ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

EFFECTS OF INQUIRY LEARNING AND JOURNAL WRITING ON CONCEPTUAL AND PROCEDURAL KNOWLEDGE OF MATHEMATICS IN LINEAR EQUATION WITH ONE

เจริญขวัญ โรจนพงศ์สถาพร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เจริญขวัญ โรจนพงศ์สถาพร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTS OF INQUIRY LEARNING AND JOURNAL WRITING ON CONCEPTUAL AND PROCEDURAL KNOWLEDGE OF MATHEMATICS IN LINEAR EQUATION WITH ONE VARIABLE OF MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS

CHAROENKWAN ROCHANAPHONGSATHAPHON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Educational Science & Learning Management)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ของ

เจริญขวัญ โรจนพงศ์สถาพร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตนะ)

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์)

..... ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิวา แย้มรุ่ง)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	เจริญขวัญ โรจนพงศ์สถาพร
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิรัตนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งทิวา แย้มรุ่ง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวนนักเรียน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบแผนการทดลองในครั้งนี้เป็นแบบ one - group pretest – posttest design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ T-test dependent ผลการวิจัยพบว่าความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, การเขียนบันทึกการเรียนรู้, ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

Title	EFFECTS OF INQUIRY LEARNING AND JOURNAL WRITING ON CONCEPTUAL AND PROCEDURAL KNOWLEDGE OF MATHEMATICS IN LINEAR EQUATION WITH ONE VARIABLE OF MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS
Author	CHAROENKWAN ROCHANAPHONGSATHAPHON
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Sunisa Sumirattana , Ph.D.
Co Advisor	Assistant Professor Rungtiwa Yamrung , Ph.D.

The purposes of this research are to compare the conceptual and procedural knowledge of mathematics among Mathayomsuksa One students, before and after learning about linear equations with one variable. The subjects of this study were forty students in Mathayomsuksa One in the second semester of the 2019 academic year at Suankularb Wittayalai Thonburi School. They were selected using the cluster random sampling technique. The instruments used in this research were lesson plans and conceptual and procedural knowledge of mathematics in terms of linear equations with one variable test. The research used the One Group Pretest-Posttest Design. The statistical procedures used for data analysis were mean, standard deviation and dependent t-test. The results were that a conceptual and procedural knowledge of mathematics in linear equations with one variable was higher than before they started learning with both inquiry learning and journal writing, which was statistically significant at a level of .01.

Keyword : INQUIRY LEARNING JOURNAL WRITING PROCEDURAL KNOWLEDGE LINEAR MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS EQUATION

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตนะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิวา แย้มรุ่ง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการดำเนินงานที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนเสียสละเวลาในการตรวจแก้ไขจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ ประธานสอบปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี ที่กรุณาเป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ดร.กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเริง ชื่นรังสิกุล และอาจารย์อมรรัตน์ สุดตา ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณผู้บริหารและคณะครู โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย รวมทั้งนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ที่มีคุณค่ายิ่ง เพื่อให้ผู้วิจัยได้นำความรู้นั้นมาใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ นิสิตปริญญาโท วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ และเป็นแรงใจให้แก่กันด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย

เจริญขวัญ โรจนพงศ์สถาพร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 5

ความสำคัญของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

กรอบแนวคิดในการวิจัย 10

สมมติฐานในการวิจัย 11

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 13

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 14

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 14

1.2 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 14

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 15

1.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 16

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 17

1.6 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ 18
1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 18
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 23
2.1 ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 23
2.2 ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 24
2.3 ลักษณะคำถามของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 26
2.4 แนวทางการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ 29
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 29
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 32
3.1 ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 32
3.2 ความสำคัญของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 33
3.3 ลักษณะของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 34
3.4 แนวทางการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 35
3.5 การวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 40
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 44
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 47
4.1 ความหมายของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 47
4.2 ความสำคัญของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 47
4.3 ลักษณะของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 48
4.4 แนวทางการพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 48
4.5 การวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 51
4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 53
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 55

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 55
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 56
การเก็บรวบรวมข้อมูล 66
ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 66
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล 67
บทที่ 4 ผลการศึกษา 69
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 69
การวิเคราะห์ข้อมูล 69
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 70
ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน 70
ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ 71
ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ 73
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 85
ความมุ่งหมายของการวิจัย 85
สมมติฐานในการวิจัย 85
วิธีดำเนินการวิจัย 85
การวิเคราะห์ข้อมูล 86
สรุปผลการวิจัย 87
การอภิปรายผล 88
ข้อเสนอแนะ 91
บรรณานุกรม 93
ภาคผนวก 99
ประวัติผู้เขียน 149

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 หน่วยการเรียนรู้.....57

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ(แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก) เพื่อเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 30 ข้อ 62

ตาราง 3 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ(แบบทดสอบแบบอัตนัย) เพื่อเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 2 ข้อ.....63

ตาราง 4 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ(แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก) จำนวน 20 ข้อ 64

ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ(แบบทดสอบแบบอัตนัย) จำนวน 1 ข้อ.....65

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย.....66

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) 70

ตาราง 8 ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน).....71

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) 72

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) 72

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 11
ภาพประกอบ 2 การสอนมโนทัศน์โดยการใช้การอุปนัย 37
ภาพประกอบ 3 การสอนมโนทัศน์โดยการใช้การนิรนัย 37
ภาพประกอบ 4 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1 75
ภาพประกอบ 5 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1 .. 75
ภาพประกอบ 6 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1 ... 76
ภาพประกอบ 7 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไม่ชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1 77
ภาพประกอบ 8 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 2 78
ภาพประกอบ 9 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 2 .. 78
ภาพประกอบ 10 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 2 . 79
ภาพประกอบ 11 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไม่ชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 2 80
ภาพประกอบ 12 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 3 81
ภาพประกอบ 13 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 3 82
ภาพประกอบ 14 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 3 . 83
ภาพประกอบ 15 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไม่ชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 3 83

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญในการพัฒนาความเป็นมนุษย์ การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์นั้นมิได้มีประโยชน์แต่ในด้านการคิดคำนวณเท่านั้น แต่วิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่มีลักษณะของความเป็นสากล เป็นภาษาสัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ในการสื่อสาร สื่อความหมายในทางคณิตศาสตร์ มีความเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ ช่วยทำให้มนุษย์คิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น และนอกจากนี้ยังช่วยฝึกให้มนุษย์รู้จักการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ และคิดอย่างมีเหตุผลมากยิ่งขึ้น (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2561, น. 1) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญในการทำให้มนุษย์คิดอย่างสร้างสรรค์และมีเหตุผล สามารถตัดสินใจและวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถี่ถ้วน ส่งผลให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และทำให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 1)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (2542, น. 3-7) กล่าวไว้ว่าการจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข โดยการจัดการศึกษาจะต้องเน้นทั้งทางด้านเนื้อหาความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และมีการบูรณาการตามความเหมาะสม จึงได้จัดให้คณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งที่ในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในอดีตเชื่อว่า ถ้านักเรียนสามารถจำสูตร กฎ ทฤษฎีบท ทำตามตัวอย่าง พิสูจน์หรือแก้ปัญหาในหนังสือเรียน และทำข้อสอบได้ ก็ถือว่านักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว (วิสุทธิ์ คงกัลป์, 2558, น. 8) การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในอดีตจึงเพียงแต่มุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาและการทำงานตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่ครูยกตัวอย่างหรือทำให้ดูเท่านั้น (อัมพร ม้าคนอง, 2559, น. 13) นักเรียนจึงมีพฤติกรรมในการเลียนแบบเทคนิควิธีหรือขั้นตอนการคำนวณจากตัวอย่างโดยใช้การจดจำเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถระลึกถึงข้อมูลที่จำเป็นบางอย่างที่นอกเหนือไปจากนั้นได้ และไม่สามารถพลิกแพลงในการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไปได้ (วิสุทธิ์ คงกัลป์, 2558, น. 11-12) หากครูมุ่งสอนให้นักเรียนจดจำและทำตามขั้นตอน

นักเรียนก็จะทราบเพียงว่าผลลัพธ์คืออะไร แต่จะไม่ทราบเหตุผลของการได้มาซึ่งผลลัพธ์และความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ หรือบางครั้งการจดจำขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากความรู้เชิงมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือจดจำมาอย่างผิด ๆ ก็จะส่งผลให้นำความรู้ไปใช้ไม่ถูกต้อง (อัมพร ม้าคนอง, 2559, น. 7) นั่นคือ หากนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดคำนวณตามขั้นตอน หรือให้นักเรียนลงมือปฏิบัติก่อนที่จะเกิดความเข้าใจในขั้นตอนหรือหลักการเหล่านั้นแล้ว นักเรียนจะไม่พยายามค้นหาความหมายในสิ่งที่เรียน และมักยึดติดกับขั้นตอนเหล่านั้น ส่งผลให้การที่จะได้มาซึ่งความเข้าใจในภายหลังนั้นทำได้ยาก สอดคล้องกับบุญเลี้ยง ทุมทอง (2554, น. 49) ที่กล่าวว่าในการสอนคณิตศาสตร์ หากครูเริ่มต้นจากการสอนขั้นตอนหรือกระบวนการก่อนแล้วจึงสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ของเนื้อหาในภายหลังนั้นอาจมีผลต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะยาว เนื่องจากนักเรียนไม่ได้พัฒนาความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่จะจดจำขั้นตอนหรือวิธีการไปใช้เพียงอย่างเดียว ครูจึงควรจะสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ควบคู่ไปกับการสอนความรู้เชิงกระบวนการ เพื่อที่นักเรียนจะเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้นมีที่มาหรือความหมายอย่างไร และจะนำไปใช้ได้อย่างไร (อัมพร ม้าคนอง, 2559, น. 8) ซึ่งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการนั้นต่างก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน กล่าวคือ เมื่อความรู้ประเภทหนึ่งเพิ่มขึ้น ความรู้อีกประเภทหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทำให้ต้องพัฒนาความรู้ทั้งสองประเภทนี้ไปพร้อม ๆ กัน (Rittle และ Robert, 2001, p. 346) ครูจึงควรให้นักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการฝึกทักษะทางวิธีการอย่างสัมพันธ์กัน เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เกิดความรู้ความชำนาญในวิธีการหรือกระบวนการต่าง ๆ สามารถสร้างการเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้ากับวิธีการจนสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป (วิสุทธิ์ คงกัลป์, 2558, น. 10)

จากคำกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากต่อการนำความรู้หรือความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจ มิใช่เกิดจากการท่องจำโดยปราศจากความเข้าใจที่ถ่องแท้ ซึ่งอาจส่งผลให้ลืมได้โดยง่าย โดยการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2558, น. 16-22) และความรู้เชิงมโนทัศน์นี้จะเป็นพื้นฐานในการนำไปคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอันจะทำให้เกิดความชำนาญในการใช้คณิตศาสตร์ต่อไป (อัมพร ม้าคนอง, 2559, น. 8) โดยความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้มีโอกาสคิด

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ และสร้างความเชื่อมโยงไปพร้อมกับการปรับโครงสร้างของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ให้สอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูจึงไม่ควรรีบบอกความรู้ให้แก่นักเรียนในทันที แต่ควรใช้วิธีการสอนผ่านการอภิปรายโต้ตอบหรือกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้สรุปมโนทัศน์ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงพี่เลี้ยงคอยช่วยเหลือประคับประคองให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้อง สมบูรณ์เท่านั้น (วิสุทธิ์ คงกัลป์, 2558, น. 11-17) การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเองโดยใช้ทักษะ เทคนิค และกระบวนการต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ที่เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ (ทิศนา แขมมณี, 2560, น. 131) และเมื่อนักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว นักเรียนจึงจะสร้างขั้นตอนหรือวิธีการขึ้นจากมโนทัศน์เหล่านั้นด้วยตนเองในภายหลัง อันจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554, น. 49) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สรุปมโนทัศน์ที่เรียนรู้ด้วยตนเองข้างต้น สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมที่มีความผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูล (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554, น. 93) ซึ่งครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด จากนั้นลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปในแต่ละมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน (ทิศนา แขมมณี, 2560, น. 141) ซึ่งการที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองนั้นจะทำให้ความรู้ที่ได้คงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 147) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้ความรู้คงทนและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554, น. 93)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นการอธิบาย (Explanation) 4) ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นการประเมินผล (Evaluation) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561, น. 345-346) โดยขั้นตอนดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้อย่างมีกระบวนการ มีเหตุผล และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ฝึกให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ มีความรับผิดชอบ และความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ (สุวิทย์ มูลคำ, 2545, น. 136) และจากการศึกษาพบว่าการให้นักเรียนได้เขียนอธิบายความเข้าใจของตนเองเป็น

แนวทางที่ช่วยในการพัฒนาทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เนื่องจากการที่นักเรียนจะประมวลข้อมูลและเขียนอธิบายออกมาได้นั้นต้องเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิม และการเขียนอธิบายยังช่วยอำนวยความสะดวกในการทำความเข้าใจความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เพราะจะช่วยให้นักเรียนเห็นลักษณะของโครงสร้างสำคัญของแต่ละตัวอย่างรวมไปถึงโครงสร้างของแต่ละขั้นตอน และการฝึกฝนให้นักเรียนได้เขียนอธิบายตนเองนั้นหากมีการกำหนดโครงร่างให้นักเรียนเขียนอธิบายนั้นจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Rittle, 2017, p. 9-11) ซึ่งการเขียนบันทึกการเรียนรู้ (journal writing) เป็นกระบวนการหนึ่งที่ให้นักเรียนได้เขียนแสดงความเข้าใจของตนเอง (Cynthia, 1986, p. 461) ทำให้นักเรียนได้ประมวลผลความคิดได้อย่างถี่ถ้วน และได้ทบทวนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้แสดงออกถึงความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ และยังช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เรียนเข้ากับตนเอง (Ivee, 2017, p. 38-39) นอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อทั้งครูและนักเรียน กล่าวคือเป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนได้เขียนฝึกประเมินตนเองว่าตนเองเข้าใจเนื้อหาส่วนใด และเนื้อหาส่วนใดที่ยังไม่เข้าใจ ทำให้เห็นจุดเด่นและจุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และยังทำให้ครูได้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล และนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้และซ่อมเสริมให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ รวมถึงได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของตนเองว่าต้องพัฒนาหรือปรับปรุงตรงส่วนใด (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2559, น. 95-96) ซึ่งสอดคล้องกับบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545, น. 69) ที่กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญในการทำให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด วิเคราะห์ อธิบาย ประเมินประสบการณ์เรียนรู้และความสำเร็จ และการเขียนบันทึกการเรียนรู้สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารเกี่ยวกับการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกับครูได้ โดยข้อมูลที่ได้จากการเขียนบันทึกการเรียนรู้จะนำไปช่วยให้นักเรียนปรับปรุงตนเองจนประสบผลสำเร็จได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561)

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จัดอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 2) โดยจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ ตัวแปร นิพจน์พีชคณิต สมการ คำตอบของสมการ การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สมบัติการเท่ากัน และโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) โดยจากการศึกษาของทองคำ นาสมตรึก (2555, น. 76) ที่ได้วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ามีความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของสูตร บทนิยาม และสมบัติของการเท่ากันในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และยังพบ

ความคลาดเคลื่อนในด้านการตีความ ด้านภาษา ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ และด้านการใช้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้การศึกษาของ ศรัญญา บุตรวงษ์ (2554) พบว่า รูปแบบของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในการเรียนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมี 2 รูปแบบ ได้แก่ การตีความด้านภาษา และการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นปัญหาที่ควรดำเนินการแก้ไขอย่างยิ่งเพราะความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้องในสิ่งที่ได้เรียนรู้นั้นมีผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หากนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีและถูกต้องแล้ว ก็จะสามารถเรียนรู้ แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ดีด้วยเช่นกัน และเมื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วจึงค่อยเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้เชิงกระบวนการตามลำดับ (เสน่ห์ หมายจากกลาง, 2554, น. 54-59)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว่าสามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างไร และเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับครูวิชาคณิตศาสตร์ในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับนักเรียนมากยิ่งขึ้น อันจะส่งผลให้ นักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการในวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถนำแนวคิดดังกล่าวไปปรับใช้ และพัฒนาให้เหมาะสมกับนักเรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 14 ห้องเรียน จำนวน 565 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เนื่องจากทางโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยคละความสามารถ ประชากรทั้ง 14 ห้องเรียน จึงมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับเดียวกัน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้

2. ตัวแปรตาม คือ

2.1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.2 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหา 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 1 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) 1 คาบรวมระยะเวลา 12 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด นำไปสู่การค้นหา เสาะแสวงหาความรู้ เพื่อสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ทำให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน โดยครูนำเสนอกิจกรรม หรือทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ สงสัย อยากรู้อยากเห็น และต้องการศึกษาความรู้ให้ลึกซึ้ง

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันสร้างมโนทัศน์ หรือค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล หาความสัมพันธ์เกี่ยวกับแนวคิด หรือหลักการ จากกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม ครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตและสนับสนุนนักเรียน โดยอาจใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้สรุปเป็นมโนทัศน์หรือแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation)

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายมโนทัศน์หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ได้จากการสำรวจและค้นหา โดยครูควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างข้อสรุปของชั้นเรียนร่วมกัน โดยครูอาจชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างข้อสรุป การอธิบายรายละเอียดให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายมโนทัศน์หรือแนวทางแก้ปัญหาได้ถ่องแท้

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration)

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือแนวทางการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วย

2. **การเขียนบันทึกการเรียนรู้** หมายถึง การเขียนสรุปสาระสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้ภายหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบ โดยบันทึกในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ครูจัดทำขึ้นจำนวน 10 บันทึกการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเกี่ยวกับประสบการณ์ หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้สึกต่อการเรียน ทำให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองมีจุดแข็งหรือจุดอ่อนในเรื่องใด เพื่อจะได้นำสิ่งเหล่านั้นมาปรับปรุงหรือพัฒนาต่อไป และยังช่วยให้ครูได้มีโอกาสรับทราบข้อมูลของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยโครงร่างในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้สึกและทัศนคติในการเรียน

3. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด นำไปสู่การค้นหา เสาะแสวงหาความรู้ เพื่อสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง จากนั้นเขียนสะท้อนความคิดของตนเองลงในแบบบันทึกการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสได้ประมวลผลความคิดและสื่อสารความคิดของนักเรียนออกมา ช่วยให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง และยังเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครูในการนำไปปรับปรุงและพัฒนาการสอนต่อไป ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ทำให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน โดยครูนำเสนอกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ สงสัย อยากรู้อยากเห็น และต้องการศึกษาความรู้ให้ลึกซึ้ง หรือในกรณีที่พบความคลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดของความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในคาบเรียนที่ผ่านมา ครูจะใช้การทบทวนความรู้ที่นักเรียนยังมีความคลาดเคลื่อนดังกล่าว เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการเรียน แล้วจึงนำเสนอกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจต่อไป

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้สร้างความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยนักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล หาความสัมพันธ์เกี่ยวกับแนวคิด หรือหลักการ จากกิจกรรมหรือสถานการณ์

ที่ครูสร้างขึ้นตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม ครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตและสนับสนุนนักเรียน โดยอาจใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้สรุปเป็นมโนทัศน์หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้อธิบายมโนทัศน์หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ได้จากการสำรวจและค้นหา อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างข้อสรุปของชั้นเรียนร่วมกัน โดยครูชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างข้อสรุป การอธิบายรายละเอียดให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายมโนทัศน์หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาได้ถ่องแท้ และนำไปเขียนบันทึกการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีความท้าทายมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน โดยมอบหมายให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้เป็นการบ้านรายบุคคล และนำส่งผ่านโซเชียลมีเดีย ก่อนการเรียนรู้ในคาบถัดไปเพื่อให้ครูมีเวลาได้อ่านบันทึกการเรียนรู้ดังกล่าวโดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเกี่ยวกับประสบการณ์ หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้สึกต่อการเรียน เพื่อทำให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองมีจุดแข็งหรือจุดอ่อนในเรื่องใด และจะได้นำสิ่งเหล่านั้นมาปรับปรุงหรือพัฒนาต่อไป นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูได้มีโอกาสรับทราบข้อมูลของนักเรียนเป็นรายบุคคลอีกด้วย โดยโครงร่างในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้สึกและทัศนคติในการเรียน

4. **ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว** หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับหลักการในเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่ สมบัติการเท่ากัน ความหมาย ความสัมพันธ์ และโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การเปลี่ยนจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ รวมไปถึงการนำหลักการในเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ไปใช้ในการให้เหตุผลอธิบายประกอบขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งประเมินจากคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และ

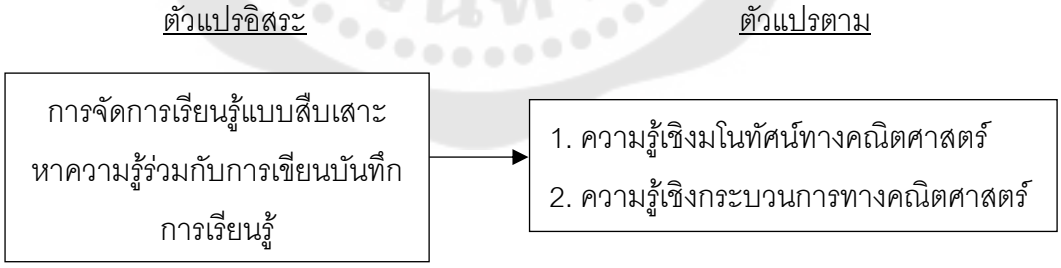
ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจำแนกเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก เพื่อวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 11 ข้อ แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก เพื่อวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 9 ข้อ และเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยเพื่อวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ

5. **ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว** หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการใช้สมบัติการเท่ากัน ความสัมพันธ์ ความหมาย และโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในการแสดงขั้นตอนการดำเนินการและการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งประเมินจากคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจำแนกเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก เพื่อวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 11 ข้อ แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก เพื่อวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ และเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยเพื่อวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นต้องให้นักเรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (ทิศนา แขมมณี, 2560, น. 131) และเมื่อนักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว นักเรียนจึงจะสร้างขั้นตอนหรือวิธีการขึ้นจากมโนทัศน์เหล่านั้นด้วยตนเองในภายหลัง อันจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554, น. 49) ครูจึงควรจะสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ควบคู่ไปกับการสอนความรู้เชิงกระบวนการ เพื่อที่นักเรียนจะเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้นมีที่มาหรือความหมายอย่างไรและจะนำไปใช้ได้อย่างไร (อัมพร ม้าคนอง, 2559, น. 8) ซึ่งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการนั้นต่างก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน กล่าวคือ เมื่อความรู้ประเภทหนึ่งเพิ่มขึ้น ความรู้อีกประเภทหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทำให้ต้องพัฒนาความรู้ทั้งสองประเภทนี้ไปพร้อม ๆ กัน (Rittle และ Robert, 2001, p. 346) ครูจึงควรให้นักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการฝึกทักษะทางวิธีการอย่างสัมพันธ์กัน เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

เกิดความรู้ความชำนาญในวิธีการหรือกระบวนการต่าง ๆ สามารถสร้างการเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้ากับวิธีการจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้อย่างกว้างขวางต่อไป ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง (ทิศนา แขมมณี, 2560, น. 141) ฝึกให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ มีความรับผิดชอบ และความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ (สุวิทย์ มูลคำ, 2545, น. 136) และการให้นักเรียนได้เขียนอธิบายตนเองก็เป็นแนวทางที่ช่วยในการพัฒนาทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เนื่องจากการที่นักเรียนจะประมวลข้อมูลและเขียนอธิบายออกมาได้นั้นต้องเกิดการที่นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิม และการเขียนอธิบายยังช่วยอำนวยความสะดวกในการทำความเข้าใจความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เพราะจะช่วยให้นักเรียนเห็นลักษณะของโครงสร้างสำคัญของแต่ละตัวอย่างรวมไปถึงโครงสร้างของแต่ละขั้นตอน ซึ่งการฝึกฝนให้นักเรียนได้อธิบายตนเองนั้นหากมีการกำหนดโครงร่างให้นักเรียนเขียนอธิบายนั้นจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Rittle, 2017, p. 9-11) ซึ่งการเขียนบันทึกการเรียนรู้ (journal writing) เป็นกระบวนการหนึ่งที่ให้นักเรียนได้เขียนแสดงความเข้าใจของตนเอง (Cynthia, 1986, p. 461) ทำให้นักเรียนได้ประมวลผลความคิดได้อย่างถี่ถ้วน และได้ทบทวนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้แสดงออกถึงความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ และยังช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เรียนเข้ากับตนเอง (Ivee, 2017, p. 38-39)



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

2. ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    1.2 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    1.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    1.6 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์
    1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้
    2.1 ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้
    2.2 ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้
    2.3 ลักษณะคำถามของการเขียนบันทึกการเรียนรู้
    2.4 แนวทางการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์
    2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้
3. ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    3.1 ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    3.2 ความสำคัญของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    3.3 ลักษณะของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    3.4 แนวทางการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    3.5 การวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
4. ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
    4.1 ความหมายของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
    4.2 ความสำคัญของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
    4.3 ลักษณะของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
    4.4 แนวทางการพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.5 การวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป เช่น การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการที่ครูใช้กิจกรรมและคำถามที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ นำไปสู่การค้นหาความรู้ โดยใช้การพิจารณาจากสิ่งต่าง ๆ อย่างครบถ้วน รอบด้าน และประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองจนเกิดเป็นองค์ความรู้หรือแนวคิดของนักเรียนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียน โดยกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นเป็นกิจกรรมที่มีความหลากหลาย ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง การทำงานร่วมกัน ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการพัฒนาเหตุผลขั้นสูง โดยเริ่มต้นจากปัญหา หรือการใช้คำถามกระตุ้น (C. James, 2016, p. 2; ทิศนา แขมมณี, 2560, น. 141; บรรจง อมรชีวิน, 2556, น. 13; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น. 47)

1.2 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าหาความรู้อย่างมีกระบวนการ มีเหตุผล เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ ประดิษฐ์สิ่งใหม่ด้วยตนเอง โดยมีการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์เดิม จนเกิดเป็นความรู้หรือแนวคิดของนักเรียนเอง ซึ่งความรู้ที่ได้นี้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้

นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ กล้าคิด กล้าตัดสินใจ กล้าแสดงออก มีความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ และปลูกฝังนิสัยการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยการเริ่มต้นจากการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ จนนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ ความหมายของสิ่งต่าง ๆ และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (ฆนัท ธาตุทอง, 2559, น. 127; ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 147; สุวิทย์ มูลคำ, 2545, น. 136)

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาห์ไพบูลย์ (2542, น. 119-200) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง สร้างสมมติฐาน และวางแผนการทดลองด้วยความคิดของนักเรียนเอง

ขั้นตอนที่ 2 การทดลอง ในขั้นนี้ถือเป็นขั้นที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากช่วยให้นักเรียนได้รู้จักช่วยเหลือซึ่งกัน และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มผ่านการทดลอง มีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ภายในกลุ่ม โดยครูมีบทบาทในการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและอภิปรายอย่างรอบด้าน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561, น. 345-346) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) เรียกว่า Inquiry Cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน โดยครูอาจใช้คำถามหรือกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สงสัย อยากรู้อยากเห็น และอยากศึกษาให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรืออาจใช้การทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างฐานความรู้ในการเรียนให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันสร้างมโนทัศน์ หรือค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล หาความสัมพันธ์เกี่ยวกับแนวคิด หรือหลักการ จากกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม ครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตและสนับสนุนนักเรียน โดยมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นนักเรียนแสดงความคิดเห็นและสรุปเป็นมโนทัศน์หรือแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการอธิบายมโนทัศน์หรือแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มที่ได้จากขั้นการสำรวจและค้นหา โดยครูควรให้โอกาสแก่นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้าง

ข้อสรุปของชั้นเรียนร่วมกัน โดยครูอาจชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างข้อสรุป การอธิบายรายละเอียดให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายมโนทัศน์หรือแนวทางแก้ปัญหาได้ถ่องแท้

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้นำความรู้ความเข้าใจที่ได้จากขั้นที่ 2 และ 3 ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีความท้าทายหรือมีความซับซ้อนมากขึ้นซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเองว่าเข้าใจในเรื่องที่ศึกษามากน้อยเพียงใด ส่วนใดที่นักเรียนเข้าใจแล้วก็จะได้พัฒนาให้ดีขึ้น และส่วนใดที่ยังไม่เข้าใจก็จะได้พัฒนาปรับปรุงหรือศึกษาเพิ่มเติม และนอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนว่าในจุดใดที่นักเรียนเข้าใจหรือไม่เข้าใจ และนำข้อมูลเหล่านี้มาพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของตนเองต่อไป

โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5Es ของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ที่กล่าวไว้ข้างต้น

1.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (ทิศนา แขมมณี, 2560, น. 141; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 57; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น. 47-49) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ครูต้องรู้จักการใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด เกิดความอยากรู้อยากเห็น และให้นักเรียนวางแผนเพื่อดำเนินการในการหาคำตอบเหล่านั้นด้วยตนเอง

2. ครูเป็นผู้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน

3. ครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาหรือแนะแนวทางแก่นักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ

4. ครูเป็นผู้ชี้แนะเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียดในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยให้นักเรียนใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาเป็นพื้นฐานในการต่อยอดหรืออธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดในเรื่องใหม่

5. ครูต้องเป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback actor) โดยการบอกจุดแข็งที่นักเรียนทำได้เป็นอย่างดีแล้วเพื่อจะได้พัฒนาให้ดียิ่งขึ้น และชี้แจงถึงจุดบกพร่องของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาตนเองของนักเรียนให้มีพื้นฐานความรู้ที่ดี

6. ครูเป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งอุปกรณ์สื่อการสอนต่าง ๆ แก่นักเรียน

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554, น. 93; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 60 - 61; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น. 49 - 50) สามารถสรุปได้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในการเป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์ เนื่องจากได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยทำให้นักเรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ

3. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง จึงส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นักเรียนทราบว่าความรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร จึงเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา และทำให้นักเรียนมีทัศนคติ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

4. นักเรียนได้ฝึกคิดและวิเคราะห์ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดของตนเอง และได้เรียนรู้วิธีในการที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้ที่ได้มานั้นมีความคงทน สามารถจดจำความรู้ได้นาน และช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ซับซ้อนหรือท้าทายมากขึ้นได้

5. นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกฝนการอภิปรายความคิดเห็นระหว่างกันในกลุ่ม ทำให้รู้จักการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

6. นักเรียนได้ฝึกการคิด การตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง รวมไปถึงการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีระบบการคิดที่ดีในการสร้างสรรค์ความรู้และทักษะต่าง ๆ

ข้อจำกัด

1. ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาและการเตรียมการสอนมาก โดยครูจะต้องปรับเปลี่ยนบทบาทการสอนของตนเองให้สอดคล้องกับขั้นตอนของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้น

2. หากสถานการณ์ในขั้นตอนต่าง ๆ ไม่สามารถกระตุ้นความสนใจหรือความคิดของนักเรียนได้ จะส่งผลให้นักเรียนเบื่อหน่ายในการเรียนได้ ดังนั้นครูจะต้องมีวิธีการในการเร้าความสนใจของนักเรียนด้วยวิธีการที่เหมาะสม จึงจะสามารถทำให้นักเรียนสนใจใฝ่รู้ในเรื่องที่เรียนได้

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือมีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

4. ในการทำกิจกรรมกลุ่ม อาจมีนักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนคนดังกล่าวไม่เกิดการเรียนรู้

5. ในกรณีที่นักเรียนยังเกิดความสับสนหรือยังไม่เข้าใจในมโนทัศน์หรือกระบวนการของเรื่องที่เรียน ครูจะต้องใช้เทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม เพื่อสร้างให้นักเรียนเกิดความกระจ่างชัด

1.6 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

จากการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักวิชาการ และนักการศึกษาต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (C. James, 2016, p. 2; Michele, 2012, p. 3)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ควรเริ่มจากสถานการณ์ปัญหา หรือการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์อาจอยู่ในรูปแบบของกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การใช้คำถามที่ค่อย ๆ เชื่อมโยงหรือแนะให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ การทำตามตัวอย่าง การสำรวจข้อมูล การคาดเดา การทดสอบ การอธิบาย การให้เหตุผล การอภิปราย และการพิสูจน์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับกิจกรรม หรือประสบการณ์ตรงในการเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับพื้นฐาน ไปจนสู่การอธิบายเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ในระดับต่อไปได้

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ ไว้ดังนี้

ปภัสสร แก้วพิลารมย์ (2555, น. 39-45) ได้ทำการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้รูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Pre-Experimental Designs) ใช้กลุ่มเป้าหมายในการทดลองเพียงกลุ่มเดียว จำนวน 25 คน โดยวัดผลเฉพาะหลังการทดลองครั้งเดียว (One-Group Posttest Study) เครื่องมือที่ใช้คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรม

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.66 โดยมีนักเรียนจำนวนร้อยละ 76.00 ได้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป 2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ร้อยละ 71.40 และมีนักเรียนร้อยละ 72.00 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองในลักษณะทั้งแบบเป็นกลุ่ม และแบบรายบุคคล จึงเป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น

ณัฐพงษ์ กอสวัสดิ์พัฒน์ (2559, น. 123-140) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ตามการสืบสอบแบบแนะแนวทางร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) แบบวัดก่อนและหลังการทดลอง (two – group pretest posttest design) ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ตามการสืบสอบแบบแนะแนวทางร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้จำนวน 29 คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติจำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ตามการสืบสอบแบบแนะแนวทางร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ จำนวน 13 แผน แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยมักใช้วิธีการถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดและนำไปหาคำตอบได้ด้วยตนเองก่อนจึงค่อยทำการอธิบายอีกครั้งภายหลัง ซึ่งการใช้คำถามของครูในการถามให้นักเรียนเกิดการพูดคุยถกเถียงเป็น

แนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ร่วมกันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ในเรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ที่มีลักษณะเชิงเรขาคณิต และพีชคณิต เช่น สื่อประดิษฐ์ระบบพิกัดฉากสามมิติ สื่อที่เป็นรูปภาพผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป geogebra, geometer 's sketchpad ซึ่งการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมเห็นได้ชัด จับต้องได้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ปภัสชญา เสมา (2560, น. 666) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) แบบวัดก่อนและหลัง การทดลอง (two – group pretest posttest design) ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบ 14 แผน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 14 แผน แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น การที่ผลการวิจัยออกมาเช่นนี้ เนื่องมาจากในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบ มีความเหมาะสมในการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยองค์ประกอบที่ 1 การนำเสนอประเด็นและดึงดูดความสนใจ ผู้วิจัยพยายามดึงความสนใจของนักเรียน โน้มน้าวให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และองค์ประกอบที่ 2 การทำความเข้าใจปัญหา ผู้วิจัยใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายมุมมองที่มีต่อสถานการณ์ปัญหาและหาความสัมพันธ์ของข้อมูล รวมทั้งใช้คำถามเชิงสมมติ จากนั้นในองค์ประกอบที่ 3 การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนถูกกระตุ้นให้ระบุข้อมูลสำคัญ ความรู้ หลักการหรือขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา จากนั้นในองค์ประกอบที่ 4 การสนับสนุน (Advocating) นักเรียนพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ วิเคราะห์จุดเด่น-จุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหาแต่ละวิธี และในองค์ประกอบที่ 5 การคิดออกเสียง และองค์ประกอบที่ 6 การกล่าวซ้ำ นักเรียนแก้ปัญหา

ร่วมกันโดยเน้นการพูดคุยและเขียนขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาด้วยภาษาของตนเอง รวมทั้งฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อีกครั้งในองค์ประกอบที่ 7 การท้าทาย ผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ประกอบกับในองค์ประกอบที่ 8 การประเมิน นักเรียนได้ประเมินตนเองและผู้วิจัยประเมินนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อสะท้อนความสามารถของนักเรียนตามสภาพจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของตนเอง สิ่งที่ต้องปรับปรุงหรือแก้ไขในการเรียนครั้งต่อไป รวมถึงส่งเสริมให้เกิดความกระตือรือร้นในการพัฒนาตนเอง

รัชดาพร ทองยศ (2561, น. 38-46) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5ES) ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) หลังจากทำการทดสอบทุกห้องเรียนจำนวน 9 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้คือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5ES) ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5ES) ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เกิดการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ และช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ 2) นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 91.29 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 34 คน คิดเป็นร้อยละ 97.14 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้ คือ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป 3) นักเรียนได้คะแนนคิดวิเคราะห์ร้อยละ 16.03 ระดับการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก การจัดกิจกรรมรูปแบบนี้ช่วยพัฒนานักเรียนในเรื่องของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ การยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น การรู้จักพิจารณา แยกแยะ ทำความเข้าใจปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน จนนำไปสู่กระบวนการหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ เป็นการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถที่จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล โดยนักเรียนได้สรุปรวบรวมแนวคิดที่เรียนในแต่ละคาบ มานำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อที่จะแสดงถึงองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รู้จักปรับตัว ในลักษณะการทำงานที่เป็นกลุ่ม ที่จะต้องพึ่งพาอาศัย ช่วยเหลือกัน รู้จักบทบาทที่จะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ

เป็นผลให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้น และนอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนนอกจากจะมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นแล้วนักเรียนยังเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5ES) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง นอกจากนี้ยังเป็นรูปแบบที่สถาบันส่งเสริมการสอนเสนอแนะให้นำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ อีกด้วย

Sunismi (2015, p. 334) ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อการสอนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้โมบายเลิร์นนิ่งสำหรับนักเรียนที่เรียนในรายวิชาแคลคูลัส 2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการสอนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้โมบายเลิร์นนิ่งสำหรับนักเรียนที่เรียนในรายวิชาแคลคูลัส 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ โมเดลสื่อการสอนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้โมบายเลิร์นนิ่ง และคู่มือการใช้งาน โดยใช้โมเดลการพัฒนา 4 มิติ ประกอบด้วย การกำหนดการออกแบบ การพัฒนา และการเผยแพร่ มีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของโมเดลฉบับร่างโดยผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และค่า T-test ผลการวิจัยพบว่า สื่อการสอนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้โมบายเลิร์นนิ่งดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับนักเรียน มีโครงสร้างที่น่าสนใจ ใช้งานได้ง่ายผ่านสมาร์ทโฟน และสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาแคลคูลัส 2

Yuliana (2017, p. 1) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการเรียนการสอนรายวิชาแคลคูลัส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาแคลคูลัส 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในรายวิชาแคลคูลัส เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาการศึกษา มหาวิทยาลัยวิดยา ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม และแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ กับกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้สถิติ T-test ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจพบว่าข้อคำถามมากกว่า 75% ได้รับการตอบรับในเชิงบวก ซึ่งทำให้

ได้ข้อสรุปว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้นสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้การเรียนแคลคูลัสได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ของครู การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และยังช่วยในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้

2.1 ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้

Cynthia (1986, 461) การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้รับจากการเรียน โดยเป็นการเขียนบันทึกในลักษณะเดียวกันกับการเขียนบันทึกประจำวัน ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ภาษาและประสบการณ์ของตนเองในการเขียนบันทึกได้

Tim และ Mike (2005, 117) ได้กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินการเรียนรู้จากประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนรับทราบข้อมูลของตนเองว่ามีจุดแข็งหรือจุดอ่อนในเรื่องใด และนำสิ่งเหล่านั้นมาปรับปรุงหรือพัฒนาต่อไป

Diane Rushton และ Duggan (2013, p. 956) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นกระบวนการเชิงรุกในการตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การมีส่วนร่วมในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ มีส่วนสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งควรได้รับการฝึกฝนและบรรจุอยู่ในหลักสูตรการจัดการเรียนการสอน

Samrajya (2014, p. 190) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ครูจัดทำขึ้นให้นักเรียนบันทึกเป็นรายวัน เพื่อเก็บข้อมูลของนักเรียนเกี่ยวกับความก้าวหน้าในเชิงคุณภาพ โดยให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ หรือความรู้ที่ได้รับมาในวันนั้น ๆ ลงในบันทึกที่ครูเตรียมไว้ให้

ชวลิต ชูกำแพง (2550, น. 73) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ เป็นวิธีการสื่อสารติดต่ออีกวิธีหนึ่ง โดยมุ่งให้นักเรียนสะท้อน วิเคราะห์ อธิบาย และประเมินประสบการณ์การเรียนรู้ ความสำเร็จ และการเขียนข้อสรุป

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, น. 95) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ และเขียนสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองออกมา ช่วยจะให้นักเรียนได้ทราบว่านักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง และยังไม่รู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง ค้นพบปัญหา เพื่อ

เชื่อมโยงความรู้ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้รู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจในสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ อีกทั้งช่วยให้ครูได้รับรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ และทัศนคติในการเรียน นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนสะท้อนความคิด หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้สึกต่อการเรียน หรือคำถามต่าง ๆ ให้นักเรียนเขียนโดยใช้ภาษาของตนเองได้อย่างอิสระ ส่งผลให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองต่อการเรียนรู้ในคาบนั้น ๆ ได้ และครูก็ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในคาบนั้น ๆ ด้วยเช่นกัน

จากคำกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ได้ว่า คือ เครื่องมือที่ครูจัดทำขึ้นให้นักเรียนบันทึก โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียน โดยให้นักเรียนเขียนสะท้อนเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับ หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้สึกต่อการเรียน ข้อสงสัยหรือคำถาม ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนโดยใช้ภาษาของตนเองในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ นับเป็นกระบวนการเชิงรุกในการตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งจะทำให้นักเรียนรับทราบข้อมูลของตนเองว่ามีจุดแข็งหรือจุดอ่อนในเรื่องใด และนำสิ่งเหล่านั้นมาปรับปรุงหรือพัฒนาต่อไป อีกทั้งช่วยให้ครูได้รับรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียน

2.2 ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้

Barbara (1996, p. 556) กล่าวว่า การเขียนมีอิทธิพลต่อการพัฒนาแนวคิดทางพีชคณิตของนักเรียนเป็นอย่างมาก การเขียนเป็นการทำให้นักเรียนต้องรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับพีชคณิตต่าง ๆ เพื่ออธิบายความคิดของตนเองออกมา และนอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนได้คิดพิจารณาในสิ่งที่ได้อภิปรายความรู้ร่วมกันในห้องเรียนมากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ การสอน การประเมินผล และการประเมิน นอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ยังมีบทบาทสำคัญในการเป็นเครื่องมือการประเมินตนเองของนักเรียน

Ivee (2017, p. 38-39) กล่าวว่า การเขียนเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถแสดงออกถึงการไตร่ตรอง ทางความคิด การเขียนทำให้นักเรียนทำงานช้าลง ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้ประมวลผลความคิดได้อย่างถี่ถ้วน และได้ทบทวนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ได้แสดงออกถึงความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ และยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการตั้งปัญหาต่อตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การจัดให้นักเรียนได้เขียนเพื่ออธิบายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จะช่วยทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนเข้ากับตนเอง และช่วยให้นักเรียนเห็นว่าสามารถนำความรู้ที่

เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ดังนั้นการเขียนจึงมีบทบาทในการเข้าใจมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน นอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้นี้ทำให้แรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นอีกด้วย

การเขียนบันทึกการเรียนรู้ไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนเท่านั้น แต่ยังมีประโยชน์ต่อครูครูเช่นกัน การเขียนบันทึกการเรียนรู้ช่วยให้ครูตระหนักถึงการเข้าใจมโนทัศน์ ความรู้สึก และทัศนคติต่อการเรียนของนักเรียน และสร้างความสัมพันธ์และการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลประกอบการเตรียมการจัดการเรียนการสอน และเป็นข้อมูลในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน ดังนั้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้จึงไม่เพียงแต่เป็นหนึ่งในกลวิธีที่จะช่วยให้นักเรียนสื่อสารความคิดของตนเองออกมา แต่ยังทำให้ครูได้ติดต่อกับนักเรียนทุกคนอย่างทั่วถึง และทำให้นักเรียนได้สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545, น. 69) ได้กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญในการให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด วิเคราะห์ การอธิบาย และการประเมินประสบการณ์เรียนรู้และความสำเร็จ ซึ่งการเขียนบันทึกการเรียนรู้สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารเกี่ยวกับการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกับครูได้ ข้อมูลที่ได้จากการเขียนบันทึกการเรียนรู้จะนำไปช่วยให้นักเรียนปรับปรุงตนเองจนประสบผลสำเร็จได้

ชวลิต ชูกำแพง (2550, น. 72) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ไว้ว่า ครูสามารถใช้บันทึกการเรียนรู้นี้ประกอบการประเมินผลด้านความรู้ ทักษะ และคุณธรรม ซึ่งเป็นการช่วยสนับสนุนหรือสะท้อนความก้าวหน้าของนักเรียนได้

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2559, น. 95-96) ได้กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์ต่อทั้งนักเรียนและครูกล่าวคือ สิ่งที่นักเรียนนั้นได้เขียนในบันทึกการเรียนรู้จะเป็นการสรุปความรู้ความเข้าใจของตนเอง นักเรียนได้ฝึกประเมินตนเองว่าตนเองเข้าใจตรงไหน และจุดไหนที่ยังไม่เข้าใจ ทำให้เห็นจุดเด่นและจุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข ในขณะที่ครูจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ดังกล่าว ครูสามารถนำมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล รวมถึงได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของตนเองว่าต้องพัฒนาหรือปรับปรุงตรงส่วนไหนบ้าง การเขียนบันทึกการเรียนรู้ช่วยให้ครูได้นำบันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนเขียนมาพิจารณาถึงความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนว่านักเรียนมีความเข้าใจมากหรือน้อยเพียงใด หรือมีข้อบกพร่องใดที่ควรได้รับการแก้ไขก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ และในบางประเด็นยังเป็นสิ่งที่จะช่วยให้ครูได้แนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

จากความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ข้างต้น จะเห็นว่านักการศึกษาต่างก็เห็นความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ใน 2 บทบาทด้วยกัน ได้แก่ ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ต่อตัวนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนได้มีโอกาสสะท้อนความคิดลงในบันทึกการเรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนเขียนในบันทึกการเรียนรู้จะเป็นการสรุปความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ได้ฝึกประเมินตนเองว่าตนเองเข้าใจส่วนใด และส่วนใดที่ยังไม่เข้าใจ ทำให้เห็นจุดเด่น และจุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข นอกจากนี้การเขียนทำให้นักเรียนต้องรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับพีชคณิตต่าง ๆ เพื่ออธิบายความคิดของตนเองออกมาจึงทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ได้เรียนเข้ากับตนเอง ดังนั้นการเขียนจึงมีบทบาทในการเข้าใจมโนทัศน์ด้วย และในส่วนของความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ต่อครู กล่าวคือ การเขียนบันทึกการเรียนรู้ช่วยให้ครูตระหนักถึงการเข้าใจมโนทัศน์ ความรู้สึก และทัศนคติต่อการเรียนของนักเรียน เพิ่มการสร้างความสัมพันธ์ และการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลประกอบการเตรียมการจัดการเรียนการสอน เป็นข้อมูลในการประเมินความเข้าใจของนักเรียนรายบุคคล ซึ่งข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ดังกล่าวครูสามารถนำมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล รวมถึงได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของตนเองว่าต้องพัฒนาหรือปรับปรุงตรงส่วนใดบ้าง

2.3 ลักษณะคำถามของการเขียนบันทึกการเรียนรู้

จากการศึกษาลักษณะคำถามของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ได้มีนักวิชาการ และนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะคำถามของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

Barbara (1996, p. 557) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ควรมีโครงร่างให้นักเรียนเขียน เนื่องจากต้องการให้นักเรียนเขียนมากกว่าการเขียนอธิบายแบบกว้าง ๆ เช่น “วันนี้ฉันได้เรียนรู้เกี่ยวกับ....” จึงได้กำหนดโครงร่างในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน 3 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

1. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้คำถามเพื่อถามในลักษณะของการให้อธิบาย การเปรียบเทียบความเหมือน หรือความแตกต่าง เช่น “จงอธิบายความแตกต่างระหว่างลักษณะกราฟของความชันใด ๆ และความชันเป็นศูนย์” “จงอธิบายความหมายของฟังก์ชันตามที่นักเรียนเข้าใจ” “จงยกตัวอย่างของฟังก์ชัน” ซึ่งโครงร่างจะเป็นตัวชี้นำให้นักเรียนสนใจเนื้อหาความรู้ในส่วนนั้น ๆ และทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียนและการมีปฏิสัมพันธ์กับหัวข้อทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการของตนเอง

ตัวอย่างคำถาม

จงอธิบายว่าพื้นที่และเส้นรอบรูปมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงสามารถบอกจำนวนคำตอบของสมการกำลังสองได้

จงอธิบายความหมายของรากที่สอง

2. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจในกระบวนการ เป็นการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนว่าเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้วิธีการ หรือกระบวนการนี้ในการแก้ปัญหานี้ เช่น วิธีการแก้ปัญหาอาจมีทั้งสิ้น 4 วิธี แต่นักเรียนเลือกใช้หนึ่งในสี่วิธีดังกล่าว เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกวิธีนั้น ไม่เลือกวิธีอื่น ๆ และให้นักเรียนได้อธิบายในแนวทางของตนเอง ซึ่งในการให้นักเรียนอธิบายกระบวนการนี้เองจะทำให้นักเรียนเริ่มเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาของตนเองอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น และนำไปสู่การแก้ปัญหาในระดับที่สูงขึ้น มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น การให้นักเรียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุด ว่ามีกระบวนการอย่างไรในความเข้าใจของนักเรียน โดยไม่จำเป็นต้องใช้ภาษาที่เป็นทางการ ให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายได้อย่างอิสระ แต่ให้ได้ใจความสำคัญของกระบวนการดังกล่าว โดยนักเรียนอาจเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า “เมื่อฉันเห็นโจทย์ปัญหา ขั้นตอนแรกที่ฉันทำคือ ... จากนั้น ...” นักเรียนจะกลายเป็นนักแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากเข้าใจความคิดที่ขับเคลื่อนวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง และนอกจากนี้จะทำให้นักเรียนตระหนักว่าทุกคนมีความแตกต่างกัน มีกลยุทธ์ หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การเคารพในความหลากหลายนี้เองจะสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้กลายเป็นห้องเรียนสำหรับการอภิปรายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่สนุกสนาน

ตัวอย่างคำถาม

วิธีการในการบวกและลบพหุนามของนักเรียนมีวิธีการอย่างไรบ้าง จงอธิบาย

จงหาพหุนามที่มี x+3 เป็นหนึ่งในตัวประกอบ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการโดยละเอียด

จงอธิบายขั้นตอนการแยกตัวประกอบโดยละเอียด

3. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้สึกและทัศนคติในการเรียน เพื่อทำความเข้าใจว่านักเรียนมองตนเองอย่างไร เช่น “ฉันชอบ/ไม่ชอบการแก้ปัญหาเพราะอะไร” โดยมีจุดประสงค์เพื่อเน้นการโต้ตอบของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่กำลังศึกษา และอาจ

กระตุ้นให้นักเรียนเขียนเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา และการเรียนแบบใดที่จะส่งเสริมความรู้สึกเชิงบวกหรือเชิงลบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ทำให้ครูเข้าใจนักเรียนในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ความรู้สึกและทัศนคติของนักเรียนยังมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกประกอบอาชีพของนักเรียนในอนาคต ดังนั้นความรู้สึกและทัศนคติในการเรียนของนักเรียนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ครูต้องให้ความสนใจและติดตามอย่างใกล้ชิด

ตัวอย่างคำถาม

จงวาดภาพที่แสดงออกถึงความเป็นคณิตศาสตร์ พร้อมคำบรรยาย

ให้นักเรียนเขียนจดหมายถึงเพื่อนต่างโรงเรียน เพื่อเล่าว่าเกิดอะไรขึ้นบ้างในคาบเรียนคณิตศาสตร์

ถ้ามีคอมพิวเตอร์ว่างอยู่ นักเรียนจะใช้คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นแก้สมการหรืออสมการหรือไม่ จงอธิบาย

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545, น. 72) ได้กล่าวถึง ตัวอย่างคำถามของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. วัตถุประสงค์การเรียนที่เกิดการเรียนรู้แล้วคืออะไร
2. วัตถุประสงค์การเรียนที่เห็นว่ามีประโยชน์และมีความสำคัญคืออะไร
3. วัตถุประสงค์การเรียนที่พบว่ายากและยังไม่เกิดการรอบรู้คืออะไร
4. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่สามารถทำได้เป็นอย่างดีคืออะไร
5. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่ยังทำได้ไม่ดีพอคืออะไร
6. ข้อสงสัยบางอย่างที่ต้องการให้ช่วยทำความกระจ่างคืออะไร
7. เทคนิคการเรียนรู้ที่อยากจะลองใช้ต่อไปคืออะไร

ทัณฑวัต ปานพุ่ม (2560, น. 24) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะของคำถามในบันทึกการเรียนรู้นั้นจะประกอบด้วย 3 ลักษณะคือ คำถามที่ให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจ แนวคิด หรือหลักการในเนื้อหาที่เรียน คำถามที่ใช้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และคำถามที่สะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง

จากการศึกษาลักษณะคำถามของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ พบว่าคำถามมีทั้งสิ้น 3 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คำถามที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจในบทเรียน และคำถามที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้สึกและทัศนคติในการเรียน

2.4 แนวทางการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545, น. 70) ได้กล่าวถึงแนวทางการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ไว้ว่า ครูครูควรจะให้เวลานักเรียนเขียนบันทึกความคิดเห็นในช่วงการเรียนแต่ละคาบเรียน โดยนักเรียนสามารถบันทึกประเด็นต่าง ๆ ตามความสนใจของนักเรียน

ชวลิต ชูกำแพง (2550, น. 73) กล่าวถึงแนวทางการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ใช้กับนักเรียนที่อ่านออกเขียนได้แล้ว
2. ควรบันทึกสั้น ๆ ที่เป็นประโยชน์กับการเรียนการสอน
3. รักษาความลับของนักเรียน
4. ไม่หักคะแนนเมื่อเขียนผิด
5. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแนวทางการเขียน
6. อาจบันทึกเป็นกลุ่มได้

Barbara (1996, p. 557) กล่าวว่า สามารถใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้มาเป็นส่วนหนึ่งของการมอบหมายการบ้านในเกือบทุก ๆ วันที่มีการเรียนการสอน ซึ่งสาเหตุที่ไม่ได้มอบหมายให้ทำในชั่วโมงเรียนเนื่องจาก ต้องการให้นักเรียนมีเวลาในการสะท้อนความคิดของตนเอง

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ควรใช้กับนักเรียนที่อ่านออกเขียนได้แล้ว เป็นการบันทึกสั้น ๆ หรืออาจให้นักเรียนทำเป็นการบ้านให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียน ไม่หักคะแนนเมื่อเขียนไม่ถูกต้อง ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแนวทางการเขียน และอาจไม่ได้มอบหมายทุกวันเนื่องจากต้องการให้นักเรียนมีเวลาในการสะท้อนความคิดของตนเอง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

Ivee (2017, p. 38) ได้สำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลจากการสนทนาแบบกลุ่มกับกลุ่มเป้าหมาย และวิเคราะห์เป็นข้อมูลออกมา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความหมาย แสดงออกถึงมุมมอง และความคิดของตนเองอย่างอิสระ ส่งเสริมให้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับข้อเท็จจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการพัฒนาความเข้าใจในสิ่งนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงทางความคิดโดยใช้ความรู้เดิมและ

ประสบการณ์ของนักเรียนเอง และนอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความตระหนักในตนเอง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการช่วยส่งเสริมการสร้างความหมายหรือการตั้งคำถามในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้กระบวนการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการสร้างเสริมความรู้ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Jose (2013, p. 1) ได้ศึกษาผลของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทัศนคติเกี่ยวกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยเป็นการวิจัยเชิงทดลองที่ผสมผสานระหว่างการวัดเชิงปริมาณกับการวัดเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วยครูคณิตศาสตร์ 5 คน และนักเรียน 210 คน (กลุ่มควบคุม 109 คน และกลุ่มทดลอง 101 คน) จากโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง โดยใช้เวลาเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบลักษณะการใช้บันทึกการเรียนรู้ของครูคณิตศาสตร์ และการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและการรับรู้ของนักเรียนที่เปลี่ยนไปเนื่องมาจากการเขียนบันทึกการเรียนรู้ จากการวิเคราะห์พบว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ไม่ได้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการประเมินตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่านักเรียนมีทัศนคติเกี่ยวกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ในเชิงบวก เนื่องจากการเขียนบันทึกการเรียนรู้สามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนนั้นมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ศุภลักษณ์ ครุฑคง (2557, น. 31-45) ได้ศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยเป็นวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Pre-Experimental Designs) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 48 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ บันทึกการเรียนรู้ และใบงาน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ใช้เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมี

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยจากการศึกษาข้อมูล พบว่าประเด็นคำถามที่ใช้ในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน โดยให้เขียนสรุปเนื้อหาที่เรียนในแต่ละคาบเรียน รวมไปถึงให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบ ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และส่วนที่ 3 การสะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้และการทำกิจกรรมของนักเรียน โดยมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการว่านักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนในแต่ละคาบหรือไม่ หากไม่เข้าใจให้ระบุสิ่งที่อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติม รวมไปถึงให้นักเรียนเขียนทัศนคติ และความรู้สึกในการเรียนแต่ละคาบ

ทัณฑวัต ปานพุ่ม (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนของนักเรียน เป็นวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Pre-Experimental Designs) กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 วิทยาลัยพาณิชยการธนบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 36 คนโดยการสุ่มแบบกลุ่ม มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมดซึ่งทางวิทยาลัยจัดห้องเรียนโดยคละความสามารถ ใช้เวลาทดลองทั้งสิ้น 17 คาบ คาบละ 60 นาที โดยใช้แผนการวิจัยแบบ One-group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ 3) แบบประเมินความสุขในการเรียนวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for One Sample และ t-test for Dependent Samples) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.76 2) ความสุขในการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากการศึกษาข้อมูล พบว่าประเด็นคำถามที่ใช้ในการเขียนบันทึกการเรียนรู้

ของผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การสรุปหลักการและแนวคิดของบทเรียน โดยให้นักเรียนเขียนสรุปหลักการหรือแนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนในแต่ละคาบพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบการอธิบายให้ชัดเจน ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียน ประกอบไปด้วยคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนในแต่ละคาบของนักเรียน และส่วนที่ 3 การสะท้อนเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ของตนเอง โดยมีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการว่านักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนในแต่ละคาบหรือไม่ หากนักเรียนยังไม่เข้าใจให้นักเรียนระบุสิ่งที่อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้เขียนสิ่งที่นักเรียนชอบและไม่ชอบในการเรียนในแต่ละคาบ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ พบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการเรียนการสอนที่คำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสะท้อนความคิดผ่านการเขียน ทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และนอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความสุขในการเรียนมากขึ้นอีกด้วย โดยประเด็นของคำถามในการเขียนบันทึกการเรียนรู้นั้นประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการสรุปหลักการ แนวคิด และสาระสำคัญของบทเรียน ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียน และส่วนที่ 3 เป็นการสะท้อนเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Michael และ Elsbeth (2005, p. 1955) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ เป็นความรู้ส่วนของความเข้าใจที่เป็นนามธรรมเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ

Lauritzen (2012, p. 10) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์เป็นความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยโครงสร้างเหล่านี้อยู่ในรูปของความคิดรวบยอด กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ หรือแม้แต่การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่หลากหลาย

Khaled (2014, p. 187) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ เป็นผลลัพธ์จากการเรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ การอธิบาย และการให้ความหมาย

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 3) ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับ

ความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบาย และให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จนกระทั่งนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติการเท่ากัน

3.2 ความสำคัญของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 21) ได้กล่าวถึงคุณค่าของมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. ทำให้สามารถแก้ปัญหาหรือโจทย์ในลักษณะเดิมได้อย่างรวดเร็ว

2. ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ต่อเนื่องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหาเดิมได้ง่ายขึ้น โดยเป็นการขยายหลักการหรือแนวคิดเดิมไปสู่หลักการหรือแนวคิดใหม่

3. ทำให้สามารถคาดการณ์หรือวางแผนในเนื้อหาเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4. ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลในการแก้ปัญหา คาดการณ์ จัดลำดับความสำคัญ หรือเข้าใจความสัมพันธ์ของเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหานั้น ๆ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 3-8) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์มีความสำคัญมากทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา แต่มักได้ถูกเน้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การใช้ความรู้เชิงมโนทัศน์ในการอธิบายปัญหาหรือประกอบการใช้ขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนทำงานคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้เมื่อพบปัญหาที่ซับซ้อนและท้าทายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ครูควรสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ควบคู่กับความรู้เชิงกระบวนการ เพื่อที่นักเรียนจะเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้น มีที่มาหรือมีความหมายอย่างไร และจะนำไปใช้ได้อย่างไร

จากการศึกษาความสำคัญของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าความรู้เชิงมโนทัศน์มีความสำคัญทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา การใช้ความรู้เชิงมโนทัศน์ในการอธิบายปัญหาหรือประกอบการใช้

ขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนทำงานคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้เมื่อพบปัญหาที่ซับซ้อนและท้าทายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเสริมสร้างให้เป็นคนมีเหตุผล ช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหา คาดการณ์ จัดลำดับความสำคัญ หรือความสัมพันธ์ของเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลมากขึ้น โดยครูควรสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ควบคู่กับความรู้เชิงกระบวนการ เพื่อที่นักเรียนจะเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้น มีที่มาหรือมีความหมายอย่างไร และจะนำไปใช้ได้อย่างไร

3.3 ลักษณะของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักวิชาการ และนักการศึกษากล่าวถึงลักษณะของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Michael และ Elsbeth (2005, p. 1956) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ เป็นความรู้ส่วนของความเข้าใจที่เป็นนามธรรมเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ ความรู้เชิงมโนทัศน์ถูกมองว่าเป็นความรู้ในแง่ของหลักการ โดยอาจอยู่ในรูปของการเขียนแสดงความสัมพันธ์ เช่น การเขียนแผนภาพที่แสดงแนวคิดหรือทฤษฎี การเขียนเชื่อมโยงความหมายของคำต่าง ๆ

Lauritzen (2012, p. 22) การประยุกต์เอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ เป็นลักษณะหนึ่งของความรู้เชิงมโนทัศน์ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้เป็นลักษณะหนึ่งของความรู้เชิงมโนทัศน์ และอีกลักษณะหนึ่งคือความสามารถในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เหมือนและต่างกันได้อย่างเหมาะสม

Khaled (2014, p. 182) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์โดยทั่วไปแล้วเป็นความรู้นามธรรมเกี่ยวกับเนื้อหาสาระของหลักการทางคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์เกี่ยวกับหลักการเหล่านั้น

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 19-21) กล่าวว่า มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดจะต้องมีลักษณะ 2 ประการ ดังนี้

1. การหาหลักการของเรื่อง กล่าวคือ เป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ หรือมีลักษณะที่ปรากฏให้เห็นมาแล้วอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงจะสามารถมีมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้

2. การขยายคติหรือหลักการของเรื่อง มโนทัศน์ในลักษณะแรกเป็นการค้นหาสิ่งที่เป็นตัวร่วมจากบรรดาเรื่องราวย่อย ๆ ในกลุ่มนั้น ซึ่งเป็นลักษณะของการกลั่นสกัดเอาแต่หลักสั้น ๆ ที่เป็นหัวใจหรือเป็นหลักการที่สำคัญของเรื่องมาจดจำไว้ ส่วนมโนทัศน์ในลักษณะที่ 2 นี้เป็น

การพยายามเอาหลักการที่ได้นั้นไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ให้ไกลออกไปจากเรื่องเดิมเท่าที่หลักการนั้นสามารถครอบคลุมถึง ซึ่งเป็นเรื่องของหลักการนั่นเอง

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นความรู้ในส่วนของความเข้าใจที่เป็นนามธรรมเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ ความรู้เชิงมโนทัศน์ถูกมองว่าเป็นความรู้ในแง่ของหลักการ โดยอาจอยู่ในรูปของการเขียนแสดงความสัมพันธ์ หรือการเขียนเชื่อมโยงต่าง ๆ โดยจ้องปรากฏให้เห็นมาแล้วอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงจะสามารถมีมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้

3.4 แนวทางการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2529, น. 23-26) ได้เสนอแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. ควรให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะ ประสบการณ์และพร้อมที่จะเรียนเรื่องใหม่จากความรู้เดิมของตนเอง โดยจะต้องจะสังเกตเห็นคุณสมบัติร่วม (Common Properties) ความสัมพันธ์แบบแผนโครงสร้างของความคิด ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องหลอมรวมเข้าด้วยกัน จึงจะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปได้

2. นักเรียนต้องได้รับแรงจูงใจ (Motivation) หรือถูกกระตุ้นให้อยากเรียน มีความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน

3. นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การเกิดมโนทัศน์นั้นเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเช่น การเห็น การฟัง การอ่าน การเขียน การคำนวณ การคิด การพูด การลงมือทำ การใช้นามธรรม การใช้สัญลักษณ์ การสรุป จึงหมายความว่ามโนทัศน์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในสิ่งเหล่านั้น

4. นักเรียนต้องได้รับการแนะแนวเพื่อเป็นแรงจูงใจให้เขาเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนแบบลองผิดลองถูกอาจทำให้เด็กเกิดความท้อถอย เพราะเข้าไปไม่ถึงจุดมุ่งหมายสักที

5. จะต้องจัดวัสดุ อุปกรณ์ให้นักเรียนอย่างถูกต้องและเหมาะสม เช่นของจริง ภาพ แบบเรียน เป็นต้น

6. นักเรียนจะต้องมีเวลาเพียงพอสำหรับที่จะมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ในการที่นักเรียนจะเกิดมโนทัศน์นั้นจะต้องใช้เวลา เป็นกระบวนการที่ค่อย ๆ พัฒนาไปทีละน้อย

อัมพร ม้าคนอง (2547b, น. 111-115) ได้กล่าวถึงแนวทางในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การสอนมโนทัศน์หรือการสอนเพื่อให้นักเรียนได้มาซึ่งมโนทัศน์นั้น เป็นการสอนที่เน้นให้ครูพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน การสอนมโนทัศน์จึงเป็นการทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะแนวคิดต่างๆ และขยาย จากตัวอย่างเฉพาะไปสู่ประเภทของมโนทัศน์ที่กว้างขึ้น และที่มีลักษณะตามตัวอย่างเหล่านั้น เป็นการใช้ความคิดระดับสูงกับข้อมูลในวิถีที่จะจัดโครงสร้าง แนวคิด และตัวอย่าง เพื่อ สรุปเป็นความหมาย และเพื่อแปลงไปสู่การนำไปใช้ โดยมโนทัศน์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ชื่อมโนทัศน์ (Concept Name) เป็นชื่อเฉพาะที่ใช้เรียกสิ่งของที่มีลักษณะและจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน

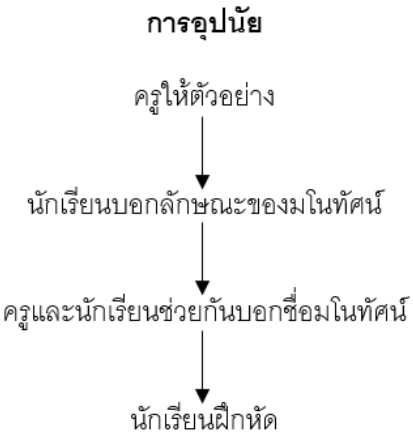
2. ลักษณะ (Atribute) เป็นลักษณะที่ใช้แยกมโนทัศน์เฉพาะใดๆ ออกจากมโนทัศน์อื่นๆ จำแนกเป็น 2 ประเภทดังนี้

2.1 ลักษณะที่จำเป็น (Essential Attributes) เป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์ และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้นๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น

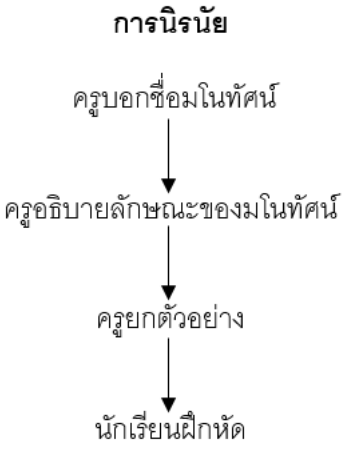
2.2 ลักษณะที่ไม่จำเป็น (Nonessential Attributes) เป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์ แต่ไม่จำเป็นสำหรับใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้นๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น

3. คุณค่าของลักษณะ (Attribute Value) คือ ระดับคุณค่าของลักษณะที่จะใช้ในการจำแนกประเภทของมโนทัศน์

การสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์อาจทำได้หลายวิธี มีทั้งแนวการสอนมโนทัศน์โดยใช้การอุปนัย (Induction Approach) และการนิรนัย (Deduction Approach) ตามภาพประกอบ 1 และ 2 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 2 การสอนมโนทัศน์โดยการใช้การอุปนัย



ภาพประกอบ 3 การสอนมโนทัศน์โดยการใช้การนิรนัย

จากการเปรียบเทียบสองแนวการสอนข้างต้นพบว่า เมื่อครูใช้การอุปนัย นักเรียนจะพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ได้อย่างต่อเนื่อง และมโนทัศน์นั้นจะยังคงอยู่ได้ยาวนานกว่าการที่ครูใช้การนิรนัย โดยได้แนะแนวทางการสอนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

การสอนมโนทัศน์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดมโนทัศน์ (Concept Identification)

เป็นขั้นตอนที่ให้ครูเลือกมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ ซึ่งอาจใช้การพิจารณาจากการวิเคราะห์เนื้อหา คำอธิบายรายวิชา หนังสือเรียน เอกสารประกอบการสอนหรือเอกสารเสริมการเรียนรู้ต่างๆ

ขั้นตอนที่ 2 การให้ตัวอย่าง (Exemplar Identification)

เป็นขั้นที่ให้ครูยกตัวอย่างหลากหลายตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วยตัวอย่างในเชิงบวกและตัวอย่างในเชิงลบ ตัวอย่างในเชิงบวกประกอบไปด้วยลักษณะต่าง ๆ ที่

จำเป็นของมโนทัศน์ ส่วนตัวอย่างในเชิงลบนั้นจะเป็นตัวอย่างที่ขาดลักษณะเหล่านั้น ซึ่งสิ่งสำคัญในการยกตัวอย่างในเชิงบวกนั้นจะต้องมีความชัดเจนและมีการเจาะจง เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นได้ และตัวอย่างที่ครูให้นั้นควรจะมีอย่างเพียงพอ เพื่อที่จะสามารถทำให้นักเรียนแยกแยะความแตกต่างของลักษณะที่หลากหลายได้

ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)

เป็นขั้นที่ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายถึงลักษณะของมโนทัศน์ โดยเมื่อนักเรียนสังเกตตัวอย่าง และลงมือตั้งสมมติฐานแล้ว ครูสามารถเพิ่มตัวอย่างทั้งในเชิงบวกและในเชิงลบได้ เพื่อที่จะทำให้นักเรียนตั้งสมมติฐานได้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น โดยนักเรียนจะเป็นผู้เปรียบเทียบตัวอย่างต่าง ๆ ทั้งในลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปมโนทัศน์ (Closure)

เป็นขั้นที่ให้นักเรียนช่วยกันคิดหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะของมโนทัศน์ ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นการสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการนำไปใช้ (Application)

เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ในขั้นตอนข้างต้น ในการกำหนดตัวอย่างในเชิงบวกและตัวอย่างในเชิงลบ ซึ่งจะทำให้ครูสามารถทราบได้ว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ดังกล่าวถูกต้องหรือไม่

จากรายละเอียดเกี่ยวกับการสอนเพื่อความเข้าใจและการสอนมโนทัศน์ข้างต้น ครูอาจสอนโดยเน้นการผสมผสานระหว่างกระบวนการที่ก่อให้เกิดความเข้าใจ และกระบวนการสอนมโนทัศน์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ครูควรมีการวางแผนการสอนอย่างเป็นระบบเพื่อที่จะได้สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นต่าง ๆ ให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างรอบด้านอันจะส่งเสริมนักเรียนให้เข้าใจว่ามโนทัศน์ของสิ่งที่เรียนคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร และสามารถคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นในลักษณะที่ซับซ้อนมากขึ้น ตลอดจนสามารถเชื่อมโยง สถานการณ์กับข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งในที่สุดนักเรียนจะสร้างความหมายและสามารถเข้าใจมโนทัศน์นั้นได้ด้วยตนเอง

นอกจากนี้ อัมพร ม้าคนอง (2558, น. 22) ได้กล่าวไว้ว่าการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีแนวคิดและแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. จัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมาย จำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งาน และเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ ควรให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเข้าใจความสัมพันธ์

ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหากับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่เกิดจากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้

2. พัฒนาการคิดในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่กับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ การคิดไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของการทำความเข้าใจและการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ตลอดจนการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้

3. ออกแบบสถานการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้นักเรียน โดยอาจต้องมีการวิเคราะห์มโนทัศน์ย่อยที่ก่อนจะสอน จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมสำหรับแต่ละมโนทัศน์ และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยอาจใช้คำถามที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่ หรือความรู้เชิงนามธรรมได้

4. เลือกใช้สื่อ เอกสารประกอบการสอน เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการสอนคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับแต่ละมโนทัศน์ที่ต้องการจะพัฒนา รวมทั้งจัดสภาพแวดล้อมหรือบริบทของการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการใช้สื่อและนวัตกรรมเหล่านั้น

5. ประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งการประเมินรายบุคคลและการประเมินโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การประเมินพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ครูควรสะท้อนการสอนของตนจากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเพื่อที่จะปรับการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. พยายามให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปเป็นหลักการหรือแนวคิดด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์หรือกิจกรรมที่หลากหลายในการกระตุ้นความสนใจ เพื่อท้าทายความสามารถของนักเรียน แต่สถานการณ์หรือกิจกรรมข้างต้นนั้นไม่ควรมีระดับที่ยากเกินกว่าที่นักเรียนจะคิดด้วยตนเองได้

จุไรรัตน์ วัชราไทย (2561, น. 58) กล่าวไว้ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์สามารถพัฒนาได้โดยจัดการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน เกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจไม่ใช่ ท่องจำเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะสามารถต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ที่ลึกซึ้งได้ โดยครูออกแบบสถานการณ์และกิจกรรมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการ

พัฒนา โดยวิเคราะห์แยกเป็นมโนทัศน์ย่อยที่จะสอนก่อน แล้วจึงค่อยออกแบบกิจกรรมหรือสถานการณ์สำหรับแต่ละมโนทัศน์ เพื่อท้าทายความสามารถของนักเรียน แต่สถานการณ์หรือกิจกรรมข้างต้นนั้นไม่ควรมีระดับที่ยากเกินกว่าที่นักเรียนจะคิดด้วยตนเองได้ และอาจใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และขยายไปสู่ความหมายใหม่หรือความรู้เชิงนามธรรม โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากที่จะเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ลงมือปฏิบัติกิจกรรม คิดวิเคราะห์ เพื่อหาข้อสรุปเป็นหลักการหรือแนวคิดด้วยตนเอง ซึ่งควรจัดสภาพแวดล้อมหรือ บริบทของการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ มีการประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างสม่ำเสมอในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งรายบุคคลและโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ครูควรสะท้อนการสอนของตนจากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเพื่อที่จะปรับการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะ ประสบการณ์และพร้อมที่จะเรียนเรื่องใหม่จากความรู้เดิมของตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ความรู้คณิตศาสตร์ควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่เกิดจากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้ ควรออกแบบกิจกรรมและงานให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้นักเรียน โดยอาจต้องมีการวิเคราะห์มโนทัศน์ย่อยที่ก่อนจะสอน จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมสำหรับแต่ละมโนทัศน์ และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมแล้วจะต้องมีการประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยอาจใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่ หรือความรู้เชิงนามธรรมได้ พยายามให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม คิดวิเคราะห์ เพื่อสร้างเป็นข้อสรุปเป็นหลักการหรือแนวคิดด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อท้าทายความรู้ความสามารถของนักเรียน แต่สถานการณ์หรือกิจกรรมข้างต้นนั้นไม่ควรมีระดับที่ยากเกินกว่าที่นักเรียนจะคิดด้วยตนเองได้

3.5 การวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

W. W. James (1971, p. 660-670) กล่าวว่า การวัดความรู้เชิงมโนทัศน์เป็นการวัดในระดับความรู้ความจำ และความเข้าใจ ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรม โดยมีลักษณะเป็นความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนรู้ตามความเข้าใจของนักเรียน ระบุได้ว่า

ตัวอย่างใดเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ และตัวอย่างใดที่ไม่ใช่ตัวอย่างในมโนทัศน์นั้น ดังตัวอย่างข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างคำถาม

จงเขียนตัวประกอบเฉพาะของ 120

กล่องไม้ขีดไฟ คือ รูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด

ก. พีระมิด

ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ค. ทรงสี่หน้า

ง. ทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน

จ. ทรงสิบสองหน้า

มุมในข้อใดต่อไปนี้เป็นมุมป้าน

ก. 45°

ข. 90°

ค. 135°

ง. 180°

จ. 225°

Michael และ Elsbeth (2005, p. 1957) ได้กล่าวถึงการวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ของเรื่องทศนิยมและเศษส่วน ไว้ดังนี้

1. การประเมินขั้นตอน โดยการประเมินคุณภาพการทำงานในแต่ละขั้นตอนของนักเรียนว่าดีหรือไม่ดีอย่างไร

2. การแปลงให้เป็นแผนภาพ กำหนดโจทย์เศษส่วนหรือทศนิยมให้กับนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากแผนภูมิรูปวงกลม 4 อัน ซึ่งในแต่ละอันจะมีการแรเงาด้วยสีขาวและสีเทาแบ่งออกเป็นส่วน ๆ โดยให้นักเรียนเลือกว่าทศนิยมหรือเศษส่วนนั้น ๆ มีสอดคล้องกับแผนภูมิรูปวงกลมในข้อใด

3. การเปรียบเทียบขนาด กำหนดทศนิยมและเศษส่วนมาเป็นคู่ ๆ จากนั้นให้นักเรียนเลือกจำนวนที่มีค่ามาก ซึ่งการประเมินเช่นนี้เป็นการสะท้อนความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของทศนิยมและเศษส่วน

4. การเขียนอธิบาย โดยใช้การถามคำถามเกี่ยวกับสมบัติทั่ว ๆ ไปของทศนิยมและเศษส่วน

Lauritzen (2012, p. 31) กล่าวว่า การวัดความรู้เชิงมโนทัศน์สามารถวัดได้จากการให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ หรือสมบัติ หรือเป็นความสามารถในการจัดลำดับความสัมพันธ์หัวข้อต่าง ๆ ของเนื้อหาในการเรียนได้ โดยอาจใช้คำถามที่ถามเกี่ยวกับภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ

Khaled (2014, p. 182) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์จะสมบูรณ์เมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ สามารถอ้างอิงถึงพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ บอกที่มาของแต่ละขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และให้ความหมายได้

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 23-24) กล่าวว่า การวัดความรู้เชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาสาระใด ๆ จะสามารถวัดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย

ตัวอย่างคำถาม

เศษส่วนที่เท่ากันสองจำนวน ต้องนำมาทำเช่นไรจึงจะมีค่าเท่ากับ 1

ก. นำมาบวกกัน

ข. นำมาลบกัน

ค. นำมาคูณกัน

ง. นำมาหารกัน

จ. นำมากลับเศษเป็นส่วน

ถ้าเงินต้นและอัตราดอกเบี้ยคงที่ ถามว่าจำนวนดอกเบี้ยจะมากน้อยตามอะไร

ก. เวลา

ข. อัตรา

ค. เงินต้น

ง. เงินรวม

จ. เปอร์เซ็นต์

ข้อใดได้ผลลัพธ์เป็นเลขคี่เสมอ

ก. ผลบวกของเลขคี่กับเลขคี่

ข. ผลบวกของเลขคี่กับเลขคู่

ค. ผลลบของเลขคู่กับเลขคู่

ง. ผลลบของเลขคี่กับเลขคี่

จ. ผลคูณของเลขคู่กับเลขคี่

2. ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

ตัวอย่างคำถาม

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มีลักษณะใดที่เหมือนกัน

ก. มีมุมทั้งสี่เท่ากัน

ข. มีมุมประชิดเท่ากัน

ค. มีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน

ง. มีด้านประชิดยาวเท่ากัน

จ. มีด้านตรงข้ามขนานกัน

ถ้า $\overline{X}$ เป็นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน N คน หากลดคะแนนของนักเรียนทุกคนอีก 5 คะแนน ค่าเฉลี่ยใหม่จะมีค่าเท่าใด

ก. $\overline{X}-5$

ข. $\overline{X}+5$

ค. $\overline{X}+N$

ง. $\overline{X}-N$

จ. หาคำตอบไม่ได้ เพราะโจทย์ไม่ได้ระบุคะแนนของแต่ละคน

ทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมจะมีปริมาตรเป็นกี่เท่าของทรงกลม

ก. $\frac{1}{3}$

ข. 2

ค. $\frac{2}{3}$

ง. 3

จ. $\frac{3}{2}$

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้ ดังนี้

1. วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความรู้ความจำ และความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ

2. ให้นักเรียนระบุตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ในเรื่องนั้น

3. ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ หรือสมบัติต่าง ๆ

4. ให้นักเรียนจัดลำดับความสัมพันธ์หัวข้อต่าง ๆ ของเนื้อหาในการเรียน

5. ให้นักเรียนบอกที่มาของแต่ละขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

6. การแปลงให้เป็นแผนภาพ

7. การเปรียบเทียบ

8. การเขียนอธิบายเกี่ยวกับสมบัติทั่ว ๆ ไปของมโนทัศน์นั้น

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Heather (2005, p. 3) ได้ศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง พีชคณิต ชั้นมัธยมศึกษา โดยการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการตรวจสอบความสมดุลระหว่างการสอนความรู้เชิงมโนทัศน์และการสอนความรู้เชิงกระบวนการ และศึกษาผลที่มีต่อการพัฒนาเหตุผลเชิงพีชคณิต ผู้เข้าร่วมประกอบด้วยครูคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง 2 คน และนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง 33 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้การบันทึกเทปวีดีโอของครูแต่ละคน และเลือกมาคนละ 1 บทเรียน เพื่อทำการวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับความสมดุลระหว่างการสอนความรู้เชิงมโนทัศน์และการสอนความรู้เชิงกระบวนการ จากนั้นให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบพีชคณิตก่อนและหลังการทดลอง และวิเคราะห์เป็นระดับของความรู้เชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ จากคะแนนและคำตอบของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัย พบว่า นักเรียนของครูที่สอนโดยเน้นความรู้เชิงมโนทัศน์สามารถทำคะแนนสอบได้สูงกว่า และสามารถแสดงเหตุผลที่ยืดหยุ่นตามบริบทต่าง ๆ ที่ไม่คุ้ยเคยได้ แต่นักเรียนของครูที่สอนโดยเน้นความรู้เชิงกระบวนการเพียงอย่างเดียว ไม่ได้เน้นความรู้เชิงมโนทัศน์นั้นจะมีความยืดหยุ่นในการให้เหตุผลน้อยกว่า และไม่สามารถประยุกต์นำกระบวนการบางอย่างที่ครูเคยสอนในห้องเรียนไปใช้ได้

Lauritzen (2012, p. 1) ได้ศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน งานวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาวิธีการวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน และความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนจำนวน 476 คน ซึ่งรวบรวมข้อมูลจาก 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้าน

ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ด้านความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน และด้านความสามารถในการนำความรู้ เรื่อง ฟังก์ชันไปประยุกต์ใช้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดี แต่มีความรู้เชิงมโนทัศน์เพียงเล็กน้อย และคะแนนด้านความรู้เชิงมโนทัศน์ยังคงปรากฏถึงแม้ว่านักเรียนจะมีความรู้เชิงกระบวนการเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้นักเรียนที่ได้คะแนนด้านความรู้เชิงมโนทัศน์สูงก็จะได้คะแนนด้านความรู้เชิงกระบวนการสูงด้วยเช่นกัน ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าวจึงสนับสนุนแนวคิดว่าความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นสำคัญ แต่สำหรับความรู้เชิงมโนทัศน์นั้นผลการวิจัยยังไม่สามารถสนับสนุนได้อย่างชัดเจน ในทางตรงกันข้ามความรู้เชิงกระบวนการเพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนในการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจากการสัมภาษณ์พบว่าที่เป็นเช่นนี้เพราะการสอนของทางโรงเรียนเน้นไปที่การสอนความรู้เชิงกระบวนการโดยไม่ได้เชื่อมโยงเข้ากับความรู้เชิงมโนทัศน์

แสงเดือน อาตมียนันท์ (2557, น. 1055-1068) ได้ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา ใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Pre-Experimental Designs) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 จำนวน 38 คน โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้แบบซิปปา แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t – test) แบบ dependent และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบซิปปา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบซิปปาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาอยู่ในระดับเห็นด้วยมากทั้งสามด้าน คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

ภมรเมษย์ เลาหวิรุฬห์กุล (2559, น. 311-325) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเป็นการวิจัยที่ใช้รูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Pre-Experimental Designs) กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ 46 คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชันสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วมของนักเรียน ส่งผลให้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น และนอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่า แต่การสอนที่เน้นแต่ความรู้เชิงกระบวนการเพียงอย่างเดียว นั้นจะส่งผลถึงความสามารถในการให้เหตุผล และนักเรียนจะไม่สามารถประยุกต์นำกระบวนการบางอย่างที่ครูเคยสอนในห้องเรียนไปใช้ได้ ซึ่งหากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ได้เรียนรู้มโนทัศน์และเรียนรู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน โดยมีการบันทึกกระบวนการหรือมโนทัศน์ที่นักเรียนได้สร้างสรรค์หรือได้เรียนรู้ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้จะช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

Michael และ Elsbeth (2005, p. 1955) กล่าวว่า ความรู้เชิงกระบวนการ เป็นความรู้ที่ทำให้เราสามารถแก้ไข้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

Lauritzen (2012, p. 10) กล่าวว่า ความรู้เชิงกระบวนการ หมายถึง ความคล่องแคล่วในการใช้กฎ ทฤษฎี ในการแสดงขั้นตอนหรือกระบวนการต่าง ๆ

Khaled (2014, p. 182-187) กล่าวว่า ความรู้เชิงกระบวนการ คือ ความเชี่ยวชาญในการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ ความคุ้นเคยในการดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ เป็นความสามารถในการอธิบาย หรือตัดสินใจที่จะใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การใช้กฎ ทฤษฎี และบทนิยามต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 5) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ (Procedural knowledge) ว่าเป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับการระบุปัญหา การใช้บทนิยาม ทฤษฎีบท กฎ สมบัติและขั้นตอนการดำเนินการในการแสดงขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้

4.2 ความสำคัญของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

Rittle และ Robert (2001, p. 346) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการต่างก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน หรือความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการอาจมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันสองทิศทางกล่าวคือ หากความรู้ประเภทหนึ่งเพิ่มขึ้น ความรู้อีกประเภทหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน จึงทำให้ต้องพัฒนาความรู้ทั้งสองประเภทนี้ไปพร้อม ๆ กัน

Michael และ Elsbeth (2005, p. 1955) กล่าวว่า เมื่อนักเรียนเรียนรู้และได้รับความรู้เชิงมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว จากนั้นฝึกฝนการใช้ความรู้เชิงมโนทัศน์นั้นให้ชำนาญ จะทำให้นักเรียนจะได้รับความรู้เชิงกระบวนการจากการฝึกฝนนั้นโดยอัตโนมัติ

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 6) กล่าวว่า ความรู้เชิงกระบวนการเป็นสิ่งที่ครูสอนได้ง่าย และนักเรียนมักเรียนรู้ได้เร็ว เพราะเพียงนักเรียนจดจำขั้นตอนการทำงานตามตัวอย่างที่ครูให้ และฝึกทำเช่นนั้นอยู่บ่อย ๆ ก็สามารถทำได้ด้วยตนเอง

จากคำกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความสำคัญของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ว่า ความรู้เชิงกระบวนการเป็นสิ่งที่ครูสอนได้ง่าย และนักเรียนมักเรียนรู้ได้เร็วหากมี

การฝึกฝนบ่อย ๆ ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการต่างก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน หากนักเรียนเรียนรู้และได้รับความรู้เชิงมโนทัศน์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วนำมานั้นฝึกฝนจะทำให้นักเรียนจะได้รับความรู้เชิงกระบวนการจากการฝึกฝนนั้นโดยอัตโนมัติ ซึ่งส่งผลย้อนกลับไปยังความรู้เชิงมโนทัศน์ที่จะลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

4.3 ลักษณะของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษากล่าวถึงลักษณะของความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Michael และ Elsbeth (2005, p. 1955) กล่าวว่า ความรู้เชิงกระบวนการ เป็นความรู้ที่ทำให้เราสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ความรู้เชิงกระบวนการถูกมองว่าเป็นความรู้ในเชิงการปฏิบัติ และถูกใช้เพื่อเป็นกระบวนการไปสู่เป้าหมาย นอกจากนี้ยังช่วยให้แก้ปัญหาได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้นจนเป็นการดำเนินการไปเองโดยอัตโนมัติ

Khaled (2014, p. 182) กล่าวว่า ความรู้เชิงกระบวนการเป็นความรู้ที่ประกอบไปด้วยสัญลักษณ์ เงื่อนไข และกระบวนการที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้การทำงานคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ

จากคำกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความรู้เชิงกระบวนการเป็นความรู้ที่ประกอบไปด้วยสัญลักษณ์ เงื่อนไข และกระบวนการที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้การทำงานคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ เป็นความรู้ที่ทำให้เราสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้นจนเป็นการดำเนินการไปเองโดยอัตโนมัติ ความรู้เชิงกระบวนการถูกมองว่าเป็นความรู้ในเชิงการปฏิบัติ และถูกใช้เพื่อเป็นกระบวนการไปสู่เป้าหมาย

4.4 แนวทางการพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักวิชาการ และนักการศึกษากล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2547a, น. 55-56) ได้ให้หลักการพื้นฐานสำหรับการสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เทคโนโลยีช่วยทำให้ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์บางอย่างมีความสำคัญมากขึ้น บางอย่างมีความสำคัญน้อยลง แต่มีขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์บางอย่างที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสำคัญ

2. สำหรับงานเฉพาะใด ๆ ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับกระบวนการ 3 ชนิด คือ ชนิดที่ได้คิดด้วยสมอง ชนิดที่ทำกับปากกาและดินสอ และชนิดที่ทำได้โดยการช่วยเหลือของครู

3. ไม่ว่าครูคิดว่ากำลังสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์อะไร นักเรียนอาจจะทำโดยวิธีการที่แตกต่างออกไป

4. การจะใช้ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ครูควรเตรียมตัวและหาวิธีที่จะดำเนินการสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นอย่างเหมาะสม

5. เพื่อให้เป็นการคุ้มค่าต่อการสอน ครูควรตั้งจุดมุ่งหมายในการสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์

ในการสอนการดำเนินการทั้งในส่วนของสัญลักษณ์และขั้นตอนวิธีการนั้น จะมีการดำเนินการวิธีใหม่ ๆ อยู่เสมอ การเรียนรู้วิธีการดำเนินการด้วยวิธีที่หลากหลายจะทำให้ความสามารถใช้การดำเนินการกับสถานการณ์ที่ซับซ้อนมีความคล่องแคล่วขึ้น ดังนั้นครูจึงควรจัดการเรียนการสอนด้วยความระมัดระวัง และมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า โดยคำนึงถึงความรู้ประสบการณ์ และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้รับจากการสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ซึ่งช่วยนักเรียนให้มีความชำนาญในการดำเนินการและมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งกับการดำเนินการดังกล่าว ทำให้นักเรียนบรรลุผลด้านการดำเนินการและนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้

Rittle (2017, p. 9-11) ได้นำเสนอ แนวทางในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้คณิตศาสตร์ทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ ซึ่งมี 3 แนวทาง ได้แก่ การเปรียบเทียบ การอธิบายตนเอง และการให้นักเรียนสำรวจข้อมูลก่อนการสอน

1. การเปรียบเทียบ (Comparing)

การเปรียบเทียบเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นวิธีการที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เช่น นำเสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบกันในแต่ละวิธีว่าแตกต่างกันอย่างไร หรือในทางกลับกันอาจให้นักเรียนเปรียบเทียบระหว่างขั้นตอนที่ถูกต้องกับขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับความรู้ด้านแนวคิดและขั้นตอนมากขึ้นในระหว่างดำเนินการเปรียบเทียบ และยังเป็นการลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์อีกด้วย และรูปแบบการเปรียบเทียบอีกรูปแบบหนึ่งคือการเปรียบเทียบกับปัญหาที่มักพบข้อผิดพลาดบ่อย ๆ หรือปัญหาที่ทำให้เกิดความสับสน ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะและปรับปรุงความรู้เชิงกระบวนการได้ดีมากขึ้น

2. การอธิบายตนเอง (Self-Explaining)

การสร้างคำอธิบายเพื่อทำความเข้าใจกับข้อมูลใหม่ ๆ เป็นอีกหนึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายข้อมูลต่าง ๆ จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใดการแก้ปัญหาโดยใช้การเท่ากันทางคณิตศาสตร์จึงถูกต้อง หรือไม่ถูกต้อง ซึ่งการให้นักเรียนอธิบายตนเองนี้เป็นการส่งเสริมให้เกิดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการมากกว่าการแก้ปัญหาตามปกติ การอธิบายตนเองนี้จะช่วยให้เกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ เนื่องจากการที่นักเรียนจะประมวลข้อมูลและเขียนอธิบายออกมาได้นั้นต้องเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม นอกจากนี้การอธิบายตนเองยังช่วยอำนวยความสะดวกในการทำความเข้าใจความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ โดยให้ความสำคัญกับคุณสมบัติเชิงโครงสร้างซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นลักษณะของโครงสร้างสำคัญของแต่ละตัวอย่างรวมไปถึงโครงสร้างของแต่ละขั้นตอน และการฝึกฝนการอธิบายตนเองโดยที่มีการกำหนดโครงร่างให้นักเรียนเขียนอธิบายนั้นจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการให้นักเรียนเขียนอธิบายตนเองเมื่อเรียนคณิตศาสตร์แล้วนั้นจะช่วยสนับสนุนทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการได้เป็นอย่างดี

3. การให้นักเรียนสำรวจข้อมูลก่อนการสอน (Exploring before Instruction)

การให้นักเรียนได้สำรวจหรือได้ค้นพบข้อมูลต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนให้ความสนใจกับข้อมูลที่สำคัญมากกว่าการที่ครูสอนแบบบรรยายโดยตรง เช่น การให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้สำรวจปัญหาและคิดค้นสูตรการคำนวณความหนาแน่นด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้รับความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการที่ลึกกว่านักเรียนที่ครูบอกเนื้อหาโดยตรง ซึ่งการให้นักเรียนสำรวจปัญหาแล้วตามด้วยการเรียนการสอนนั้นสอดคล้องกับที่นักวิจัยด้านการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวว่า นักเรียนควรจะมีโอกาสในการใช้ความพยายาม ขบคิดถึงปัญหา ก่อนที่จะได้รับการสอนโดยตรงจากครู

จุไรรัตน์ วัชราไทย (2561, น. 63) ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงกระบวนการสามารถเริ่มพัฒนาตั้งแต่การสร้างความหมายของสัญลักษณ์ที่เชื่อมโยงกับแนวคิดจนนำไปสู่การดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนซึ่งนำไปสู่คำตอบของปัญหา และสุดท้ายคือสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลโดยการคาดคะเนคำตอบที่ใกล้เคียงความจริงได้ สำหรับขั้นตอนการสอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ครูควรตั้งจุดมุ่งหมาย เตรียมตัว และหาวิธีที่จะดำเนินการสอนขั้นตอนวิธีการคณิตศาสตร์นั้นอย่างเหมาะสม จัดการเรียนการสอนด้วยความระมัดระวัง และมีการเตรียมการ

สอนล่วงหน้า โดยคำนึงถึงความรู้ ประสบการณ์ และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้รับจากการสอนขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ โดยพึงระลึกไว้เสมอว่าไม่ว่าครูคิดว่ากำลังสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์อะไร นักเรียนอาจจะทำโดยวิธีการที่แตกต่างออกไป ซึ่งการดำเนินการทั้งในส่วนของสัญลักษณ์และขั้นตอนวิธีการนั้นอาจมีการดำเนินการวิธีใหม่ ๆ อยู่เสมอ การเรียนรู้วิธีการดำเนินการด้วยวิธีที่หลากหลายจะทำให้นักเรียนสามารถใช้การดำเนินการกับสถานการณ์ที่ซับซ้อน มีความคล่องแคล่วขึ้น และนำความรู้และความเข้าจำไปใช้ในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้

จากคำกล่าวข้างต้น สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ว่า ครูควรเตรียมตัว และหาวิธีที่จะดำเนินการสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์แต่ละวิธีอย่างเหมาะสม ควรดำเนินการด้วยวิธีที่หลากหลายเพราะจะช่วยให้ความสามารถใช้ความรู้เชิงกระบวนการในสถานการณ์ที่ซับซ้อนมีความคล่องแคล่วขึ้น ซึ่งแนวางในการพัฒนามี 3 แนวทาง ได้แก่ การใช้การเปรียบเทียบ การให้นักเรียนอธิบายตนเอง และการให้นักเรียนสำรวจข้อมูลก่อนการสอน

4.5 การวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาการวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักวิชาการ และนักการศึกษากล่าวถึงการวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Khaled (2014, p. 189) ได้ให้ตัวอย่างของการวัดความรู้เชิงกระบวนการในเรื่องเศษส่วนไว้ดังนี้

1. จงหาผลลัพธ์ของ $1\frac{3}{4} \div \frac{1}{2}$ โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

2. จงหาคำตอบในช่องว่าง $\frac{3}{8} \div \frac{\square}{12} = \frac{3}{4}$ โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

อุษาวดี จันทรสนธิ (2556, น. 35-36) กล่าวว่า การประเมินความสามารถของนักเรียนเชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถใช้การประเมินผ่านชิ้นงานหรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่สะท้อนถึงความสามารถของนักเรียน ดังนี้

1. ความสามารถในการเลือกขั้นตอน หรือวิธีการมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับชิ้นงานหรือปัญหานั้น ๆ

2. ความสามารถในการให้เหตุผลประกอบแต่ละขั้นตอน

3. ดำเนินการตามขั้นตอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำ

4. มีการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการโดยใช้วิธีเชิงประจักษ์ (เช่น การใช้ตัวแบบ) หรือวิธีเชิงวิเคราะห์ (เช่น การอ้างเหตุผลแบบนิรนัย)

5. ความสามารถในการแยกแยะระหว่างขั้นตอนวิธีที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง

6. ความสามารถในการสร้างขั้นตอนหรือวิธีการใหม่ของตนเอง ต่อยอด หรือดัดแปลงจากขั้นตอนเดิม

7. ตระหนักในคุณค่าและบทบาทของขั้นตอนวิธีการต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และปฏิบัติตามขั้นตอนโดยมุ่งเน้นให้ครอบคลุมเป้าหมายที่กำหนดไว้ข้างต้น

และยังเสนอหลักการเขียนปัญหาเพื่อประเมินขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ปัญหาต้องสอดคล้องกับเป้าหมายของการประเมินขั้นตอนวิธี ดังนั้นปัญหาต้องมุ่งถามให้นักเรียนแสดงความสามารถ ดังนี้

- ปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีโดยใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างแม่นยำและถูกต้อง

- อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ขั้นตอนวิธีนั้น และอธิบายหลักการที่ทำให้ขั้นตอนวิธีนั้นใช้ได้

- ใช้ขั้นตอนวิธีและทักษะทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาอันหลากหลาย

2. ลักษณะของปัญหาเพื่อประเมินขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้ได้นำขั้นตอนวิธีและทักษะต่าง ๆ มาใช้ ปัญหาจึงควรมีลักษณะ ดังนี้

- สถานการณ์ปัญหาต้องแปลกใหม่ นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน นักเรียนต้องพยายามทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนวิธีนั้น

- สถานการณ์ของปัญหากระชับตรงไปตรงมา ไม่มีเรื่องราวหรือข้อมูลมากมายจนยากต่อการ ทำความเข้าใจ

- สถานการณ์ของปัญหาอยู่บนพื้นฐานการระลึกได้ถึงขั้นตอนวิธี และทักษะที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

- ปัญหา และสถานการณ์ปัญหาสะท้อนถึงขั้นตอนวิธีที่ต้องการประเมิน

- ผลจากการแก้ปัญหาเน้นผลลัพธ์หรือคำตอบที่ถูกต้อง

จากแนวทางการวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยจะวัดความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยจะพิจารณาจากลำดับขั้นตอนและความครบถ้วนของขั้นตอนหรือวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ การใช้สมบัติการเท่ากันในการอธิบายเหตุผลประกอบในแต่ละขั้นตอน และพิจารณาถึงความถูกต้องแม่นยำของนักเรียน

ในการคำนวณคำตอบ ซึ่งโจทย์ที่ให้นักเรียนได้ทำนั้นมีทั้งโจทย์ที่นักเรียนคุ้นเคย และโจทย์ที่ต้องอาศัยการประยุกต์หรือดัดแปลงกระบวนการจากโจทย์ที่คุ้นเคยเล็กน้อย และรูปแบบคำถามที่ใช้จะขึ้นอยู่กับขั้นตอน วิธีการ หรือกระบวนการที่ผู้วิจัยต้องการจะวัดนักเรียน เช่น แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ และแบบอัตนัย

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Diane Rushton และ Duggan (2017) ได้ศึกษาบทบาทของความรู้เชิงกระบวนการที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ จากการใช้ซอฟต์แวร์ GeoGebra โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของซอฟต์แวร์ GeoGebra ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันนอกจากนี้ยังมีการกำหนดบทบาทของความรู้เชิงกระบวนการขึ้นมาเป็นสื่อกลางระหว่างความรู้เชิงมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 345 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์ GeoGebra จำนวน 169 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีปกติจำนวน 176 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS 22.0, AMOS 18.0 และ ANATES V.4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์ GeoGebra มีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีปกติ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแสดงให้เห็นว่าความรู้เชิงกระบวนการเป็นสื่อกลางที่สำคัญระหว่างความรู้เชิงมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จุไรรัตน์ วัชราไทย (2561) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดไตร่ตรอง เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1 จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบ กลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดไตร่ตรอง เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน จำนวน 11 แผน และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ

สมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบ Z (Z-test for Population Proportion) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดไตร่ตรองมีความรู้เชิงมโนทัศน์เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดไตร่ตรองมีความรู้เชิงกระบวนการ เรื่องวิธีเรียง สับเปลี่ยน ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์พบว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดไตร่ตรองเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ โดยมีการเชื่อมโยงข้อมูล ความรู้ หลักการ และประสบการณ์ดั้งเดิมของนักเรียนเข้าด้วยกันส่งผลให้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี จำนวน 14 ห้องเรียน จำนวน 565 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จับสลากมา 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน จากทั้งหมด 14 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยคละความสามารถและเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทุกห้องเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี

โดยสาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เนื่องจากเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นเรื่องหนึ่งที่มักพบความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเป็นปัญหาที่ควรดำเนินการแก้ไข เนื่องจากความสำเร็จของการเรียนคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (เสน่ห์ หมายจากกลาง, 2554, น. 54-59)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2562 โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลทั้งหมด 12 คาบ แบ่งเป็นการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 1 คาบ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 10 คาบและทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) 1 คาบ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. **เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้**

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 แบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. **เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้

1.3 ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และจัดทำหน่วยการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งสามารถแบ่งเนื้อหาได้เป็น 4 เรื่อง ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 หน่วยการเรียนรู้

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ	ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
นิพจน์พีชคณิตและการหาค่านิพจน์พีชคณิต	1	- ความหมายของนิพจน์พีชคณิต	- การหาค่าของนิพจน์พีชคณิต
สมการและคำตอบของสมการ	1	- ความหมายของสมการ - ความหมายของสมการที่เป็นจริง - ความหมายของสมการที่ไม่เป็นจริง - ความหมายของคำตอบของสมการ - ความหมายของสมการที่มีจำนวนทุกจำนวนเป็นคำตอบ - ความหมายของสมการที่ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบของสมการ - ความหมายของสมการที่มีบางจำนวนเป็นคำตอบ	- การหาคำตอบของสมการรูปแบบต่าง ๆ โดยการลองแทนค่า
สมบัติการเท่ากัน	2	- หลักการของสมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก - หลักการของสมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ - หลักการของสมบัติสมมาตร - หลักการของสมบัติการถ่ายทอด	- การนำหลักการของสมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกไปใช้ - การนำหลักการของสมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณไปใช้ - การนำหลักการของสมบัติสมมาตรไปใช้

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ	ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
			- การนำหลักการของสมบัติการถ่ายทอดไปใช้
การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	3	- การนำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการอธิบายประกอบขั้นตอนการดำเนินการในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	- การนำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการแสดงขั้นตอนการดำเนินการในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	3	- การสร้างสมการจากโจทย์ปัญหาที่กำหนด - การนำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการอธิบายประกอบขั้นตอนการดำเนินการในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	- การนำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการแสดงขั้นตอนการดำเนินการในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
รวม	**10 คาบ**		

1.4 นำหน่วยการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.5 ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 10 แผน โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ทำให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน โดยครูนำเสนอกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ สงสัย อยากรู้อยากเห็น และต้องการศึกษาความรู้ให้ลึกซึ้ง หรือในกรณีที่พบความคลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดของความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในคาบเรียนที่ผ่านมา ครูจะใช้การทบทวนความรู้ที่นักเรียนยังมีความ

คลาดเคลื่อนดังกล่าว เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการเรียน แล้วจึงนำเสนอกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจต่อไป

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้สร้างความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยนักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล หาความสัมพันธ์เกี่ยวกับแนวคิด หรือหลักการ จากกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นตามความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม ครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตและสนับสนุนนักเรียน โดยอาจใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้สรุปเป็นมโนทัศน์หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้อธิบายมโนทัศน์หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ได้จากการสำรวจและค้นหา อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างข้อสรุปของชั้นเรียนร่วมกัน โดยครูชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างข้อสรุป การอธิบายรายละเอียดให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายมโนทัศน์หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาได้ถ่องแท้ และนำไปเขียนบันทึกการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีความท้าทายมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน โดยมอบหมายให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้เป็นการบ้านรายบุคคล และนำส่งผ่านโซเชียลมีเดีย ก่อนการเรียนรู้ในคาบถัดไปเพื่อให้ครูมีเวลาได้อ่านบันทึกการเรียนรู้ดังกล่าวโดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเกี่ยวกับประสบการณ์ หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้สึกต่อการเรียน เพื่อทำให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองมีจุดแข็งหรือจุดอ่อนในเรื่องใด และจะได้นำสิ่งเหล่านั้นมาปรับปรุงหรือพัฒนาต่อไป นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูได้มีโอกาสรับทราบข้อมูลของนักเรียนเป็นรายบุคคลอีกด้วย โดยโครงร่างในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้สึกและทัศนคติในการเรียน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวนทั้งสิ้น 10 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไปทุกรายการ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 45 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลา

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับลักษณะการใช้คำถามในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนต่าง ๆ และการกำหนดเวลาในแต่ละกิจกรรมให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้

2.3 ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.4 ดำเนินการจัดทำแบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 10 บันทึกการเรียนรู้ โดยแต่ละแบบบันทึกการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึง

ความรู้สึกและทัศนคติในการเรียน ซึ่งในส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการนั้น จะมีลักษณะคำถามที่สอดคล้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้สึกและทัศนคติในการเรียนนั้นเป็นการถามความเข้าใจของนักเรียนในแต่ละคาบ หากนักเรียนยังไม่เข้าใจในส่วนใดให้ระบุสิ่งที่นักเรียนต้องการให้ครูอธิบายเพิ่มเติม และถามความคิดเห็นของนักเรียนว่าชอบและไม่ชอบสิ่งใดในการเรียนแต่ละคาบ

2.5 นำแบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบบันทึกการเรียนรู้จำนวนทั้งสิ้น 10 บันทึกการเรียนรู้ มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไปทุกรายการ

2.7 นำแบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 45 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับข้อ 1.8 เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและลักษณะคำถาม

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อใช้สำหรับวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงแนวทางในการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. ศึกษาวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี และคู่มือ

ครูคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

3. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้สามารถสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมด้านเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ดังแสดงในตาราง 2 - 3

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ(แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก) เพื่อเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 30 ข้อ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ / เนื้อหา	ความรู้ทางคณิตศาสตร์		รวม
	ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์	
นิพจน์พีชคณิต	2	2	4
การเขียนนิพจน์พีชคณิต	5	-	5
สมการและคำตอบของสมการ	3	3	6
สมบัติของการเท่ากัน	5	2	7
การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	3	5	8
รวม	18	12	30

ตาราง 3 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ(แบบทดสอบแบบอัตนัย) เพื่อเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 2 ข้อ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ / เนื้อหา	ความรู้ทางคณิตศาสตร์	
	ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	2	
รวม	2	

4. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบแบบอัตนัยในแต่ละข้อใช้วัดทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากต้องการวัดทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียนในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบทดสอบดังกล่าวครอบคลุมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งมากกว่าใช้จริงจำนวน 11 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ และเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบแบบอัตนัย เสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านการสอนคณิตศาสตร์ทำการตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความเหมาะสมทางด้านภาษา และความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบ เพื่อลงความเห็นว่าแบบทดสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

7. นำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าข้อสอบทั้ง 32 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ถึง 1

8. นำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการคัดเลือกตามข้อ 7 จำนวน 32 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี จำนวน 50 คน (ที่เคยเรียนเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

9. นำกระดาษคำตอบที่ได้จากข้อ 8 มาตรวจให้คะแนน โดยแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน และแบบทดสอบแบบอัตนัยตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ตามที่กำหนด

10. นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้จากการทดสอบตามข้อ 9 มาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของทั้งแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบแบบอัตนัย

11. คัดเลือกแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกมาจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ 0.30 – 0.72 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ 0.25 – 0.88 โดยมีรายละเอียดของแบบทดสอบ ดังตาราง 4-5

ตาราง 4 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ(แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก) จำนวน 20 ข้อ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ / เนื้อหา	ความรู้ทางคณิตศาสตร์		รวม
	ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์	
นิพจน์พีชคณิต	1	1	2
การเขียนนิพจน์พีชคณิต	3	-	3
สมการและคำตอบของสมการ	2	2	4
สมบัติของการเท่ากัน	4	2	6
การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1	4	5
รวม	11	9	20

ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ(แบบทดสอบแบบอัตนัย) จำนวน 1 ข้อ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ / เนื้อหา	ความรู้ทางคณิตศาสตร์	
	ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1	
รวม	1	

12. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 21 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี จำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (โดยเป็นนักเรียนคนละกลุ่มกับข้อ 8) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เฉพาะแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก คำนวณโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ตสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

13. จัดทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฉบับสมบูรณ์พร้อมคำชี้แจงในการดำเนินการทดสอบ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบแผนการวิจัยแบบ one - group pretest – posttest design (ยุทธ ไกยวรรณ์, 2554, น.71 - 72) ดังตาราง 3

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental group)

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้

T_1 หมายถึง การสอบก่อนจัดกระทำการทดลอง (Pretest)

T_2 หมายถึง การสอบหลังจัดกระทำการทดลอง (Posttest)

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เวลา 1 คาบ และนำคะแนนที่ได้มาบันทึกผลเป็นคะแนนก่อนการทดลองเพื่อนำไปทดสอบสมมติฐานต่อไป

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยทำหน้าที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลา 10 คาบ โดยมีการมอบหมายให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้สึกทัศนคติในการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ และความรู้สึกและทัศนคติในการเรียนของนักเรียน และนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนในการเรียนคาบเรียนต่อไป

3. เมื่อการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ครบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลา 1 คาบ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนในข้อ 1

4. ผู้วิจัยทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการโดยเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยใช้สถิติ t-test dependent

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้: IOC

2.2 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

2.3 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ตสัน

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยการใช้สถิติ t-test dependent

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

บทที่ 4
ผลการศึกษา

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ในการนำเสนอ ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Min	แทน	คะแนนต่ำสุด
Max	แทน	คะแนนสูงสุด
P	แทน	ค่านัยสำคัญของการทดสอบ
**	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน

1.1 วิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.2 วิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

2.1 ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ t-test dependent

2.2 ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ t-test dependent

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 1

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 2

3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน

1. ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	n	Min	Max	$\bar{x}$	S.D.
ก่อน	40	2	10	5.35	1.83
หลัง	40	4	15	9.30	2.89

จากการวิเคราะห์คะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คะแนนเต็ม 15 คะแนน พบว่าคะแนนของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 10 คะแนน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.35 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เท่ากับ 1.83 คะแนน และคะแนนของนักเรียนหลังการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 15 คะแนน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.30 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.89 คะแนน

2. ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังตาราง 8

ตาราง 8 ข้อมูลพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์	n	Min	Max	$\bar{x}$	S.D.
ก่อน	40	2	12	6.88	2.19
หลัง	40	6	15	10.90	2.43

จากการวิเคราะห์คะแนนความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คะแนนเต็ม 15 คะแนน พบว่าคะแนนของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 12 คะแนน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.88 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.19 คะแนน และคะแนนของนักเรียนหลังการทดลองมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 6 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 15 คะแนน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.90 คะแนน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.43 คะแนน

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ t-test dependent ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	n	$\bar{x}$ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)	S.D.	t	P (1-tail)
ก่อน	40	5.35	1.83	8.70**	.000
หลัง	40	9.30	2.89		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 พบว่าความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

2. ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ t-test dependent ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์	n	$\bar{x}$ (คะแนนเต็ม 15)	S.D.	t	P (1-tail)
ก่อน	40	6.88	2.19	10.79**	.000
หลัง	40	10.90	2.43		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 10 พบว่าความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเกี่ยวกับประสบการณ์ หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหา และความรู้สึกต่อการเรียน ทำให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองมีจุดแข็งหรือจุดอ่อนในเรื่องใด เพื่อจะได้นำสิ่งเหล่านั้นมาปรับปรุงหรือพัฒนาต่อไป และยังช่วยให้ผู้วิจัยได้รับทราบข้อมูลของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยโครงร่างในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2: ส่วนที่ให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และส่วนที่ 3: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงทัศนคติในการเรียน ซึ่งผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนบันทึกการเรียนรู้หลังจากจบคาบเรียนในแต่ละคาบ โดยผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงเริ่มต้นว่านักเรียนมีการแสดงออกเกี่ยวกับความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และทัศนคติในการเรียนเป็นอย่างไร ระยะที่ 2 ส่วนเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ 2 เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียนในการแสดงออกถึงความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และทัศนคติในการเรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และในระยะที่ 3 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ 3 เพื่อศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และทัศนคติในการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

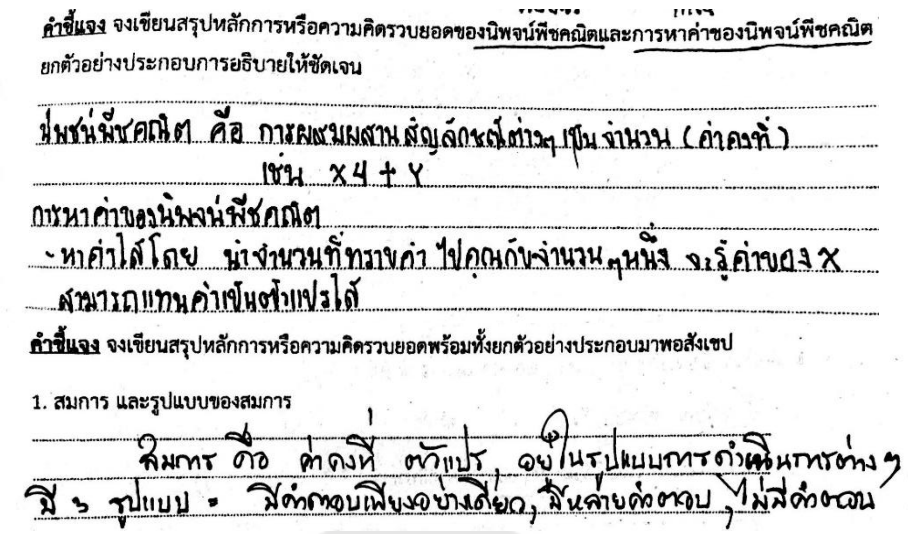
3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 1

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า ในขั้นการสร้างความสนใจ นักเรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่กล้าตอบคำถามในกิจกรรมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ในขั้นการสำรวจและค้นหา นักเรียนไม่กล้าตอบคำถามในใบกิจกรรมตาม

ความคิดของนักเรียน ไม่มั่นใจในคำตอบของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่ มักถามผู้วิจัยอยู่เสมอว่าคำตอบที่นักเรียนตอบนั้นถูกต้องหรือไม่ ทำให้นักเรียนไม่ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากเท่าที่ควร ส่วนในขั้นการอธิบายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนยังคงไม่กล้าแสดงแนวคิดของตนเอง เมื่อออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียนจึงอภิปรายด้วยความไม่มั่นใจ และไม่กล้าแสดงออก ในขั้นการขยายความรู้นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ร่วมกันอภิปรายไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เล็กน้อย แต่หากเป็นโจทย์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น นักเรียนยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และในขั้นการประเมินผลนักเรียน นักเรียนยังไม่สามารถเขียนสะท้อนความรู้ของตนเองในแบบบันทึกการเรียนรู้ได้ดีเท่าที่ควรทั้งในด้านของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่ในด้านทัศนคติในการเรียนนักเรียนค่อนข้างกล้าเขียนเพื่อแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ตนเองชอบหรือไม่ชอบในการเรียนแต่ละคาบเรียนนั้น ๆ ซึ่งข้อมูลในขั้นการประเมินผลจากบันทึกการเรียนรู้นี้ นอกจากจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสะท้อนความคิดและทัศนคติของตนเองแล้ว ยังช่วยให้ผู้วิจัยได้ทราบข้อมูลจากนักเรียนเป็นรายบุคคลในการพิจารณาว่านักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทัศนคติในการเรียนในระยะที่ 1 เป็นอย่างไร และนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในระยะต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ข้อมูลจากส่วนที่ 1: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 1

ในระยะที่ 1 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของตนได้อย่างอย่างกว้าง ๆ แต่ไม่ครบถ้วน และมีบางหัวเรื่องที่นักเรียนยังอธิบายความหมายหรือหลักการไม่ถูกต้อง ดังภาพประกอบ 4

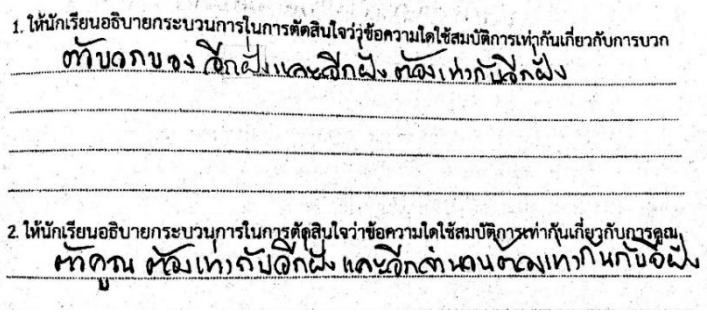


ภาพประกอบ 4 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1

จากภาพประกอบ 4 จะเห็นว่านักเรียนสามารถเขียนอธิบายความหมายของนิพจน์พีชคณิตได้อย่างกว้าง ๆ พอสื่อความหมายได้แต่ยังไม่ครบถ้วนทั้งหมด โดยพบว่าคำตอบที่นักเรียนอธิบายมานั้นนักเรียนระบุเพียงว่านิพจน์พีชคณิตเป็นการผสมผสานสัญลักษณ์ต่าง ๆ แต่ยังขาดการระบุรายละเอียดของส่วนประกอบของนิพจน์พีชคณิตที่ถูกต้องว่าประกอบไปด้วยอะไรบ้าง แต่ตัวอย่างที่นักเรียนเขียนมานั้นเป็นตัวอย่างที่ถูกต้อง และนอกจากนี้นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความหมายของสมการได้ โดยพบว่าคำตอบที่นักเรียนอธิบายมานั้นไม่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องสมการ แต่เป็นการอธิบายความหมายของนิพจน์พีชคณิตที่เรียนในคาบเรียนก่อนหน้า ส่วนการอธิบายรูปแบบของสมการนั้นค่อนข้างถูกต้อง

3.1.2 ข้อมูลจากส่วนที่ 2: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 1

ในระยะที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถเขียนอธิบายกระบวนการของตนเองได้อย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 5

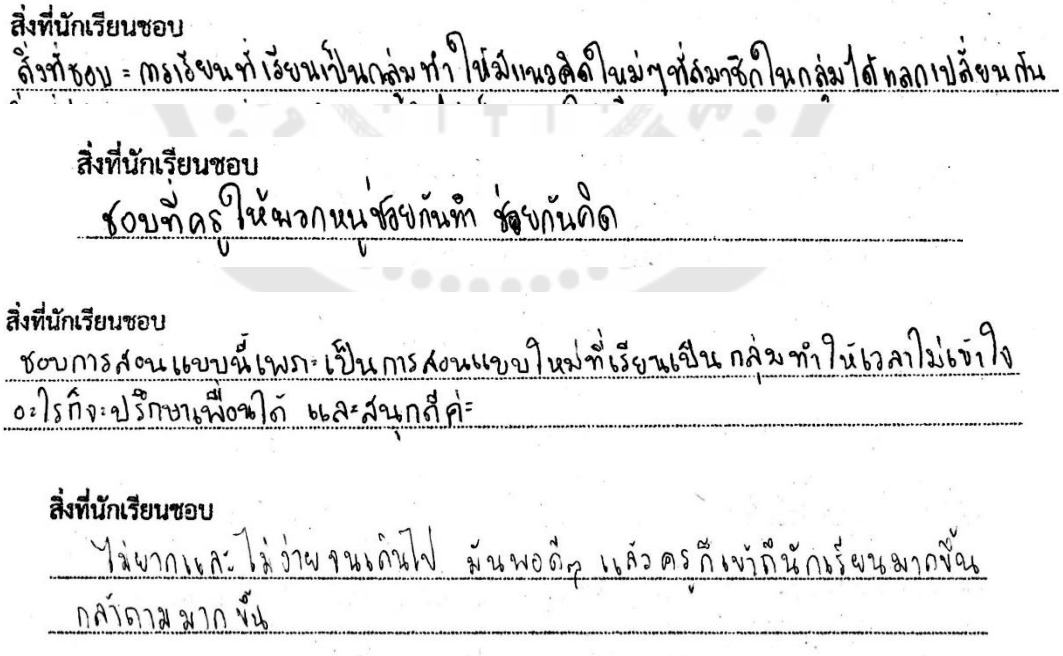


ภาพประกอบ 5 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1

จากภาพประกอบ 5 จะเห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถเขียนอธิบายกระบวนการของตนเองได้อย่างชัดเจน นักเรียนไม่สามารถอธิบายกระบวนการในการตัดสินใจว่าข้อความที่กำหนดให้ข้อความใดเป็นการใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและสมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ โดยคำตอบของนักเรียนอธิบายไม่ชัดเจน ระบุได้เพียงว่าเป็นการใช้การบวกและการคูณ ซึ่งยังไม่ครอบคลุมสมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและสมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

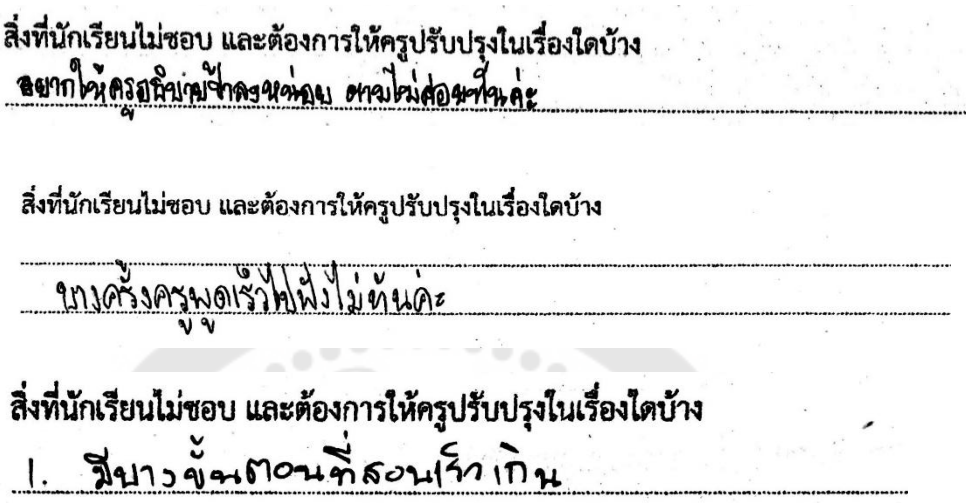
3.1.3 ข้อมูลจากส่วนที่ 3: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงทัศนคติในการเรียนจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 1

ในระยะที่ 1 พบว่านักเรียนกล้าที่จะเขียนแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ตนเองชอบและไม่ชอบในการเรียนในแต่ละคาบ โดยส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเชิงบวกเกี่ยวกับกระบวนการการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและลงมือทำด้วยตนเอง ครูเข้าถึงนักเรียนได้มากขึ้นส่งผลให้นักเรียนกล้าคิดและกล้าถามเมื่อมีข้อสงสัยในบทเรียน ชอบวิธีการเรียนแบบเป็นกลุ่ม เนื่องจากหากนักเรียนเกิดข้อสงสัยก็สามารถปรึกษากับเพื่อนได้ ทำให้ได้แนวคิดใหม่ ๆ ที่สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1

ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนในสิ่งที่ต้องการให้ผู้วิจัยปรับปรุงนั้นมีประเด็นหลักอยู่ที่ความเร็วในการสอนของผู้วิจัย โดยมีความคิดเห็นว่าผู้วิจัยพูดเร็ว สอนเร็วทำให้ฟังไม่ทัน โดยมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไม่ชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1

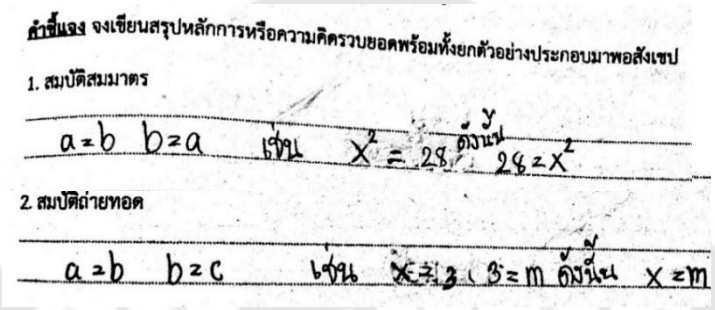
3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 2

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า ในขั้นการสร้างความสนใจ นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และกล้าตอบคำถามในกิจกรรมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนมากขึ้น ในขั้นการสำรวจและค้นหา นักเรียนมีความมั่นใจในการตอบคำถามในใบกิจกรรมตามความคิดของนักเรียน มีการถามผู้วิจัยบ้างเล็กน้อย ทำให้นักเรียนได้ค้นหาองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง และเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากขึ้น ในขั้นการอธิบายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนมีความกล้าและมีความมั่นใจในการออกมานำเสนอหรืออภิปรายแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน ส่วนในขั้นการขยายความรู้นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ร่วมกันอภิปรายไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีมากขึ้น สามารถแก้โจทย์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ ในขั้นการประเมินผลนักเรียน นักเรียนสามารถเขียนสะท้อนความรู้ของตนเองได้ดีมากขึ้น ทั้งในด้านของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านทัศนคติในการเรียน โดยนักเรียนกล้าเขียนแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ตนเองชอบหรือไม่ชอบ จุดเด่นของการเรียนรู้ในแต่ละคาบ รวมไปถึงสามารถระบุสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสะท้อนความคิดและทัศนคติของ

ตนเอง และช่วยให้ผู้วิจัยได้ทราบข้อมูลจากนักเรียนเป็นรายบุคคลในการพิจารณาว่านักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทัศนคติในการเรียนในระยะที่ 2 เป็นอย่างไร และนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในระยะต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ข้อมูลจากส่วนที่ 1: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 2

ในระยะที่ 2 นักเรียนเริ่มสามารถเขียนอธิบายความหมายหรือหลักการอย่างง่ายเกี่ยวกับเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง ดังภาพประกอบ 8

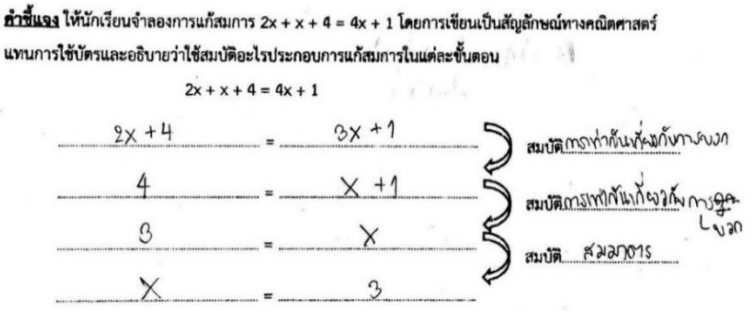


ภาพประกอบ 8 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 2

จากภาพประกอบ 8 จะเห็นว่านักเรียนสามารถระบุสมบัติสมมาตรและสมบัติการถ่ายทอดได้อย่างถูกต้อง และนอกจากนี้ยังมีการยกตัวอย่างสมบัติสมมาตรและสมบัติการถ่ายทอดได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

3.2.2 ข้อมูลจากส่วนที่ 2: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 2

ในระยะที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้ ดังภาพประกอบ 9

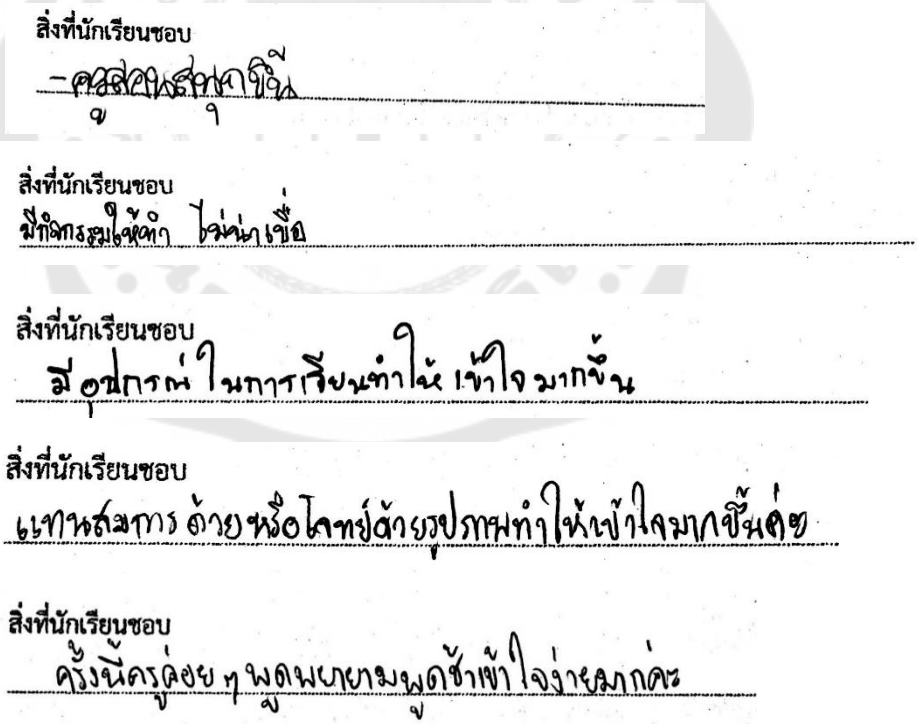


ภาพประกอบ 9 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 2

จากภาพประกอบ 9 จะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนแสดงกระบวนการในการแก้สมการได้อย่างถูกต้อง แต่จะเห็นว่านักเรียนไม่ได้รวมนิพจน์ที่คล้ายกันเข้าด้วยกันก่อนในขั้นตอนแรก แต่ใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกในการดำเนินการในขั้นตอนแรกในทันที ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนนำความรู้เชิงกระบวนการในการแก้สมการในคาบเรียนดังกล่าวมาใช้ แต่ขาดการนำความรู้ในเรื่องของการรวมพจน์ที่คล้ายกันที่เคยเรียนมาประยุกต์ใช้

3.2.3 ข้อมูลจากส่วนที่ 3: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงทัศนคติในการเรียนจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 2

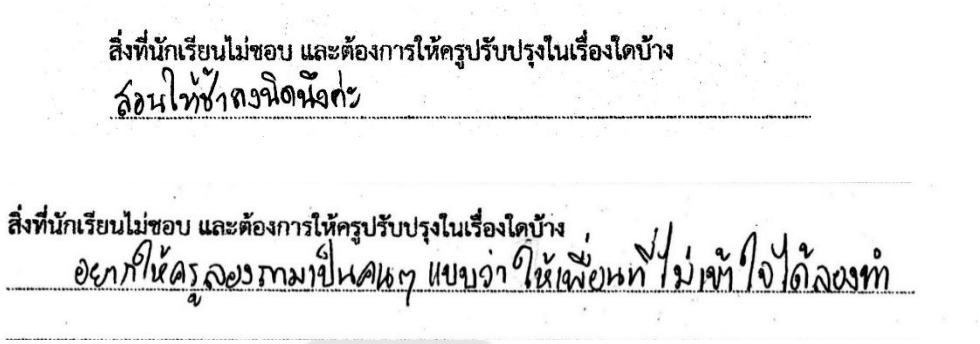
ในระยะที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเชิงบวกเกี่ยวกับกระบวนการการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ ทำให้เกิดความสนุกสนานในการเรียน มีอุปกรณ์ประกอบการจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจได้มากขึ้น และใช้การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น และผู้วิจัยพูดอธิบายสิ่งต่าง ๆ ช้าลงทำให้เข้าใจง่ายขึ้น ดังภาพภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 2

ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนในสิ่งที่ต้องการให้ผู้วิจัยปรับปรุงนั้นมีประเด็นหลักอยู่ที่ความเร็วในการสอนของผู้วิจัย โดยนักเรียนบางคนมีความคิดเห็นว่าผู้วิจัยยังคง

สอนเร็วทำให้ฟังไม่ทัน และอยากให้ผู้วิจัยใช้การถามเป็นรายบุคคลว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไม่ชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 2

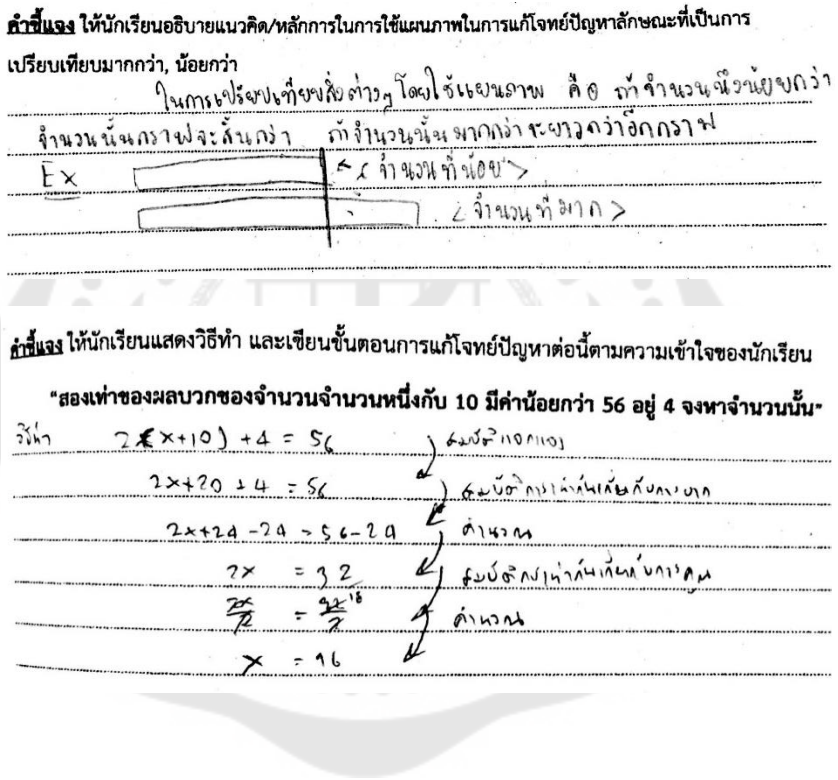
3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 3

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า ในขั้นการสร้างความสนใจ นักเรียนมีความกระตือรือร้น กล้าแสดงความคิดเห็น และกล้าตอบคำถามในกิจกรรมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนมากขึ้น พยามยามตอบในสิ่งที่ตนเองคิดออกมาให้ได้มากที่สุด ในขั้นการสำรวจและค้นหา นักเรียนมีความมั่นใจในการตอบคำถามในใบกิจกรรมตามความคิดของนักเรียน มีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มอย่างกัลยาณมิตร ทำให้นักเรียนได้ค้นหาองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองภายใต้บรรยากาศที่เป็นมิตร และเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างสร้างสวรรค์มากขึ้น ในขั้นการอธิบายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนมีความกล้าและมีความมั่นใจในการออกมานำเสนอหรืออภิปรายแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน ส่วนในขั้นการขยายความรู้นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ร่วมกันอภิปรายไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีมากขึ้น สามารถแก้โจทย์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ดีมากยิ่งขึ้น และในขั้นการประเมินผลนักเรียน นักเรียนสามารถเขียนสะท้อนความรู้ของตนเองได้ดีมากขึ้น ทั้งในด้านของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านทัศนคติในการเรียน โดยนักเรียนกล้าเขียนแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่ตนเองชอบหรือไม่ชอบ รวมไปถึงสามารถระบุสิ่งที่ตนเองยังมีข้อสงสัยในการเรียนรู้ในแต่ละคาบ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งในระยะนี้จะช่วยให้นักเรียนสะท้อนความคิดและทัศนคติของตนเองได้อย่างชัดเจน เขียนได้ตรงกับความรู้และทัศนคติของนักเรียน ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำหรับผู้วิจัยในการพิจารณาและวิเคราะห์ว่านักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทัศนคติ

ในการเรียนในระยะที่ 3 เป็นอย่างไร เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบในมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 ข้อมูลจากส่วนที่ 1: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 3

ในสัปดาห์ที่ 3 นักเรียนสามารถอธิบายหลักการต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องชัดเจน และสามารถนำหลักการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการให้เหตุผลอธิบายประกอบขั้นตอนการดำเนินการที่ซับซ้อนได้ ดังภาพประกอบ 12

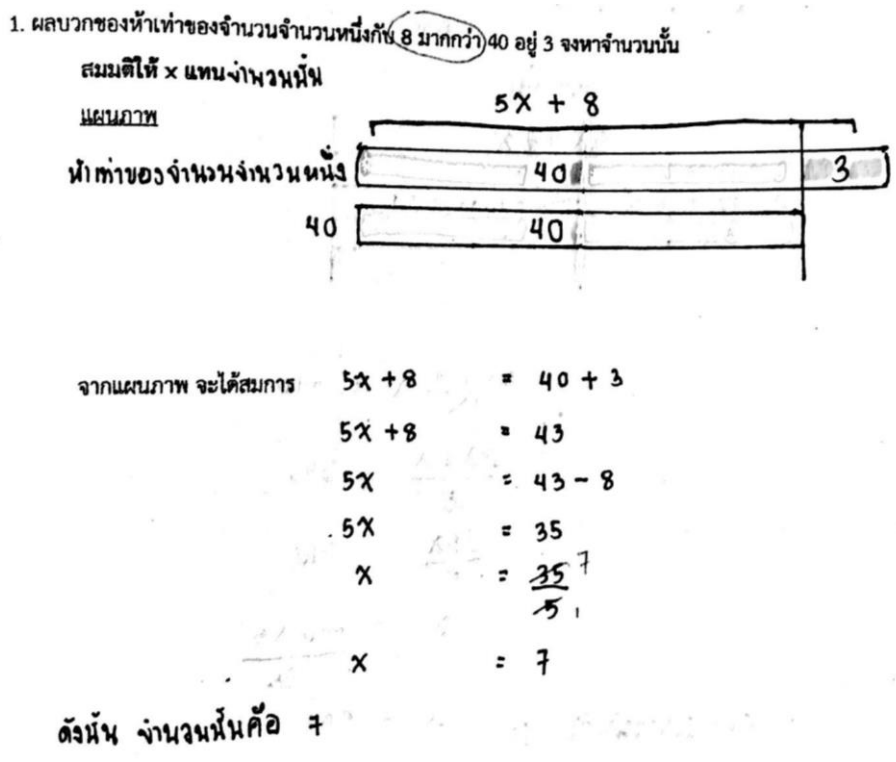


ภาพประกอบ 12 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 3

จากภาพประกอบ 12 จะเห็นว่านักเรียนสามารถอธิบายหลักการของการเปรียบเทียบปริมาณระหว่างจำนวน 2 จำนวนได้อย่างถูกต้อง โดยคำตอบของนักเรียนมีการอธิบายได้ค่อนข้างถูกต้อง และมีการวาดภาพประกอบการอธิบายได้อย่างชัดเจน แต่ยังสับสนในเรื่องของการใช้คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกราฟกับแผนภาพ และนักเรียนสามารถนำหลักการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการให้เหตุผลอธิบายประกอบขั้นตอนการดำเนินการที่ซับซ้อนได้ โดยคำตอบของนักเรียนมีการให้เหตุผลประกอบในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

3.3.2 ข้อมูลจากส่วนที่ 2: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 3

ในระยะที่ 3 นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนหรือกระบวนการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้อย่างชัดเจน มีการเขียนแสดงขั้นตอนในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ซับซ้อนได้ ดังภาพประกอบ 13

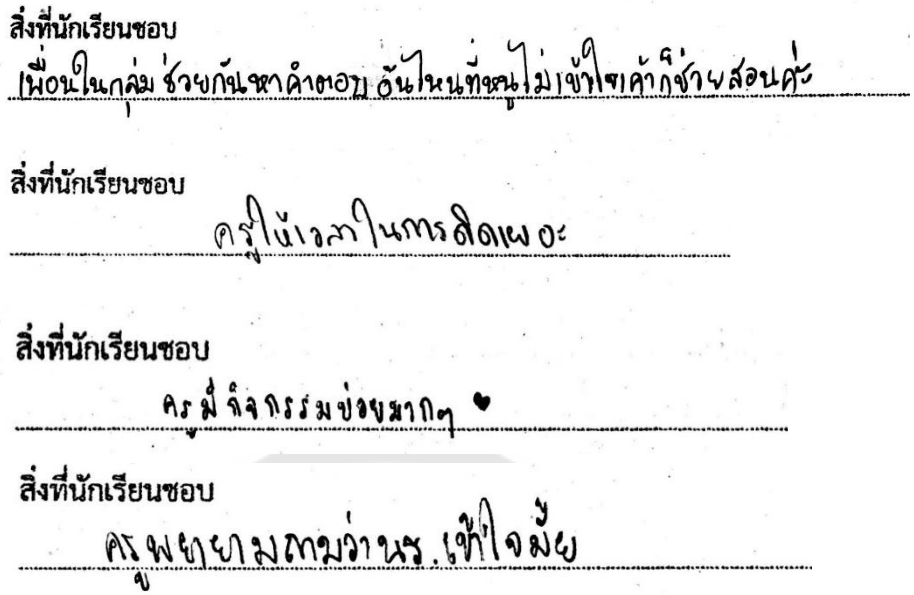


ภาพประกอบ 13 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 3

จากภาพประกอบ 13 จะเห็นว่าคำตอบของนักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง โดยเริ่มต้นจากการเปลี่ยนจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง และดำเนินการแก้สมการตามกระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องชัดเจนอีกด้วย

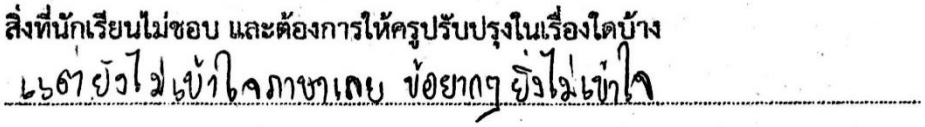
3.3.3 ข้อมูลจากส่วนที่ 3: ส่วนที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงทัศนคติในการเรียนจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 3

ในระยะที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเชิงบวกเกี่ยวกับกระบวนการการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ช่วยกันคิดหาคำตอบกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ชอบที่ผู้วิจัยให้เวลาในการคิด ชอบที่มีกิจกรรมในการเรียน และชอบที่ครูพยายามถามนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ โดยมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 3

ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนไม่ชอบได้แก่ นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับภาษาของโจทย์ปัญหา และส่วนใหญ่ไม่มีความคิดเห็นในประเด็นที่ไม่ชอบ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 15



ภาพประกอบ 15 การสอบถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนไม่ชอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 3

จากการวิเคราะห์ในระยะที่ 3 พบว่า นักเรียนค่อนข้างสับสนเกี่ยวกับภาษาของโจทย์ในแต่ละข้อ โดยเฉพาะโจทย์ที่มีความซับซ้อนในด้านการตีความของภาษา ส่งผลให้นักเรียนเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ไม่ถูกต้อง แต่เมื่อทำการสอนโดยมีการแบ่งลักษณะของโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่ โดยเน้นให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ให้นักเรียนเห็นภาพ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของโจทย์มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการทบทวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ และให้นักเรียนทำโจทย์ที่หลากหลายมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจโจทย์ปัญหาและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ดีขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นกล่าวได้ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบันทึกการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยพบว่าในระยะที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายความคิดหรือหลักการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ และในระยะที่ 2 นักเรียนมีความเปลี่ยนแปลงในความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น กล่าวคือสามารถเขียนอธิบายความหมายหรือหลักการ อย่างง่ายเกี่ยวกับเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้อย่างถูกต้อง ส่วนในระยะที่ 3 นักเรียนสามารถอธิบายหลักการต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องชัดเจน มีการวาดภาพประกอบหลักการหรือแนวคิดต่าง ๆ และสามารถนำหลักการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการให้เหตุผลอธิบายประกอบขั้นตอนการดำเนินการที่ซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง และจากการวิเคราะห์ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบันทึกการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยพบว่าในระยะที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถเขียนขั้นตอนหรือกระบวนการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ในระยะที่ 2 นักเรียนมีความเปลี่ยนแปลงในด้านความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนเริ่มเขียนแสดงกระบวนการในการพิจารณาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้มากขึ้น และเขียนแสดงขั้นตอนในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้ และในระยะที่ 3 นักเรียนมีการเขียนแสดงขั้นตอนหรือกระบวนการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นลำดับขั้นได้อย่างชัดเจน และเขียนแสดงขั้นตอนในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ซับซ้อนได้

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยมีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

2. ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ ให้กลุ่ม

ตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เวลา 1 คาบ และนำคะแนนที่ได้มาบันทึกผลเป็นคะแนนก่อนการทดลองเพื่อนำไปทดสอบสมมติฐานต่อไป

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยทำหน้าที่ดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้เวลา 10 คาบเรียน โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเขียนและนำมาเป็นข้อมูลสำหรับจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนในคาบเรียนต่อไป

3. เมื่อการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ครบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลา 1 คาบ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแบบวัดเป็นชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนในข้อ 1

4. ผู้วิจัยทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์สถิติพื้นฐาน

1.1 วิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.2 วิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

2.1 เปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ T-test dependent

2.2 เปรียบเทียบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ T-test dependent

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 1

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 2

3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 3

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1 พบว่านักเรียนยังไม่สามารถเขียนอธิบายความคิดหรือหลักการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ และในระยะที่ 2 นักเรียนมีความเปลี่ยนแปลงในความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น กล่าวคือสามารถเขียนอธิบายความหมายหรือหลักการอย่างง่ายเกี่ยวกับเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้อย่างถูกต้อง ส่วนในระยะที่ 3 นักเรียนสามารถอธิบายหลักการต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องชัดเจน มีการวาดภาพประกอบหลักการหรือแนวคิดต่าง ๆ และสามารถนำหลักการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการให้เหตุผลอธิบายประกอบขั้นตอนการดำเนินการที่ซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง

2.2 ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากบันทึกการเรียนรู้ในระยะที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถเขียนขั้นตอนหรือกระบวนการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ในระยะที่ 2 นักเรียนมีความเปลี่ยนแปลงในด้านความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

กล่าวคือ นักเรียนเริ่มเขียนแสดงกระบวนการในการพิจารณาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้มากขึ้น และเขียนแสดงขั้นตอนในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้ และในระยะที่ 3 นักเรียนมีการเขียนแสดงขั้นตอนหรือกระบวนการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นลำดับขั้นได้อย่างชัดเจน และเขียนแสดงขั้นตอนในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ซับซ้อนได้

การอภิปรายผล

การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นขั้นตอนภายใต้กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ออกแบบและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยผลการทดลองพบว่าความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ส่งผลให้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และสรุปองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ประกอบไปด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นการสร้างความสนใจ 2. ขั้นการสำรวจและค้นหา 3. ขั้นการอธิบาย 4.ขั้นการขยายความรู้ และ 5. ขั้นการประเมินผล โดยในขั้นการสร้างความสนใจผู้วิจัยได้นำเสนอกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดความสงสัย เกิดคำถาม และมีความต้องการที่จะเรียนรู้เพื่อตอบความสงสัยหรือคำถามดังกล่าว จนนำไปสู่การเสาะแสวงหาความรู้จากกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในขั้นตอนของการสำรวจและค้นหา นักเรียนจึงมีโอกาสได้ทำความเข้าใจและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง นักเรียนจึงได้รับประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ผ่านกระบวนการกลุ่ม เกิดการระดมสมอง การอภิปราย

ความรู้กันภายในกลุ่มย่อย เพื่อสร้างเป็นข้อสรุปของกลุ่ม และในขั้นของการอธิบาย นักเรียนยังมีโอกาสได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และได้สรุปเป็นองค์ความรู้ของชั้นเรียนร่วมกัน จากนั้นนักเรียนยังได้นำความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่มีความซับซ้อนและท้าทายมากขึ้น จึงเป็นการขยายความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในขั้นของการประเมินผลยังเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเองทั้งในด้านของความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงทัศนคติในการเรียน ซึ่งการประเมินดังกล่าวช่วยให้ผู้วิจัยให้รับทราบข้อมูลของนักเรียนและนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 147) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจ ตรวจสอบ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ ประดิษฐ์สิ่งใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554, น. 49) ที่กล่าวไว้ว่าเมื่อนักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว นักเรียนจึงจะสร้างขั้นตอนหรือวิธีการขึ้นจากมโนทัศน์เหล่านั้นด้วยตนเองในภายหลัง อันจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น และนอกจากนี้ในขั้นการประเมินผล ผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน นักเรียนจึงมีโอกาสได้ประมวลผลความคิดและสื่อสารความคิดของตนเองออกมาเป็นหลักการ แนวคิด และกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีโอกาสได้ทบทวน ประมวลผลและเชื่อมโยงความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Rittle (2017, p. 9-11) ที่กล่าวว่าการให้นักเรียนได้เขียนอธิบายความเข้าใจของตนเองเป็นแนวทางที่ช่วยในการพัฒนาทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เนื่องจากการที่นักเรียนจะประมวลข้อมูลและเขียนอธิบายออกมาได้นั้นเกิดจากการที่นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิม และการเขียนอธิบายยังช่วยอำนวยความสะดวกในการทำความเข้าใจความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เพราะจะช่วยให้นักเรียนเห็นลักษณะของโครงสร้างสำคัญของแต่ละตัวอย่างรวมไปถึงโครงสร้างของแต่ละขั้นตอน นอกจากนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ยังช่วยให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง ทำให้เห็น

จุดเด่นและจุดที่ตนเองต้องปรับปรุงแก้ไข และเป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ครูในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป โดยจากการที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากพฤติกรรมและข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละคาบมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้ในคาบถัดไป จึงช่วยส่งเสริมให้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และยังสามารถแก้ไขความคลาดเคลื่อนของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางและความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเดิมก่อนจะนำไปสู่ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการในเรื่องใหม่ได้อีกด้วย กล่าวคือ หากผลจากการวิเคราะห์บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในคาบที่ผ่านมาพบว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ในคาบก่อน ก็จะทำการทบทวนหรือเน้นย้ำในเรื่องเดิมในส่วนที่นักเรียนยังเกิดความคลาดเคลื่อนก่อนจะจัดการเรียนรู้ในเรื่องถัดไป ดังภาพประกอบ 4 หน้า 81 ซึ่งจากแบบบันทึกการเรียนรู้พบว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความหมายของนิพจน์พีชคณิตได้อย่างครบถ้วนและยังไม่สามารถอธิบายความหมายของสมการได้ และภาพประกอบ 9 หน้า 84 ที่พบว่า ถึงแม้นักเรียนจะแสดงกระบวนการในการแก้สมการได้อย่างถูกต้อง แต่หากมีการรวมพจน์ที่คล้ายกันเข้าด้วยกันก่อนก็จะทำให้กระบวนการดังกล่าวสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการทบทวนและเสริมความรู้เหล่านี้ให้แก่นักเรียนก่อนจะนำไปสู่เนื้อหาในเรื่องต่อไป จึงส่งผลให้แก้ไขความคลาดเคลื่อนได้ทันการณ์และช่วยให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่ดีในการต่อยอดและสร้างความรู้ในเรื่องถัดไปได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังนำผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับความรู้สึกและทัศนคติในการเรียนของนักเรียนมาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลในการสะท้อนถึงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและได้ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียน และนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของตนเองให้ดียิ่งขึ้น ดังภาพประกอบ 7 หน้า 83 โดยนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่าผู้วิจัยนั้นสอนเร็วจนเกินไป ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยพบว่าเมื่อผู้วิจัยปรับปรุงการสอนให้ช้าลง ทำให้ในระยะถัดมานักเรียนเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพประกอบ 10 หน้า 85 ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Ivee (2017, p. 38-39) ซึ่งกล่าวว่า การเขียนมีบทบาทในการเข้าใจมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน การเขียนบันทึกการเรียนรู้ไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนเท่านั้น แต่ยังมีประโยชน์ต่อครูด้วยเช่นกัน การเขียนบันทึกการเรียนรู้ช่วยให้ครูตระหนักถึงการเข้าใจมโนทัศน์ ความรู้สึก และทัศนคติต่อการเรียนของนักเรียน และสร้างความสัมพันธ์และการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลประกอบการเตรียมการจัดการเรียนการสอน และเป็นข้อมูลในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน ดังนั้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้จึงไม่เพียงแต่เป็นหนึ่งในกลวิธีที่จะช่วยให้

นักเรียนสื่อสารความคิดของตนเองออกมา แต่ยังทำให้ครูได้ติดต่อกับนักเรียนทุกคนอย่างทั่วถึง และทำให้นักเรียนได้สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ สืบเสาะหาความรู้เพื่อสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง จากนั้นเขียนสะท้อนความคิดของตนเองลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งในระยะแรกนักเรียนอาจจะยังไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ ทำให้นักเรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น รวมไปถึงไม่มั่นใจในความคิดของตนเอง แต่เมื่อนักเรียนปรับตัวได้แล้วนักเรียนจะเริ่มมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองด้วยความมั่นใจ ดังนั้นในระยะแรกครูจึงควรให้คำแนะนำ ชี้แนะ และสร้างความมั่นใจให้แก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด เช่น การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้มากขึ้น

1.2 ในแต่ละขั้นตอนนักเรียนควรได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างเต็มที่ ทั้งระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม การอภิปรายภายในกลุ่ม การอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยครูควรใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และไม่ควรตัดสินว่าความเห็นของนักเรียนนั้นถูกหรือผิด แต่ควรใช้คำถามเพื่อสะท้อนความคิดของนักเรียนว่าถูกต้องหรือเหมาะสมหรือไม่

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้นครูจึงควรออกแบบกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับระยะเวลาและบริบทของนักเรียน

1.4 ในขั้นตอนของการประเมินผลโดยให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ในแต่ละคาบ ครูควรวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล สะท้อนกลับให้นักเรียนได้รับรู้ และนำผลที่ได้ไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในคาบต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ร่วมกับการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ เพื่อที่จะเป็นการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการให้เหตุผล เป็นต้น

บรรณานุกรม

Barbara, J. D. (1996). The Write Way: A Look at Journal Writing in First-Year Algebra. *The Mathematics Teacher, 89*(7), 556-560.

Cynthia, L. N. (1986). Using Writing to Learn Mathematics. *The Mathematics Teacher, 79*(6), 461-465.

Heather, K. J. (2005). *CONCEPTUAL AND PROCEDURAL UNDERSTANDING OF ALGEBRA CONCEPTS IN THE MIDDLE GRADES.* (Master's thesis). Texas A&M University, Texas.

Ivee, K. G. (2017). Investigating College Students' Views on Mathematics Learning Through Reflective Journal Writing. *International Journal of Evaluation and Research in Education, 6*(1), 38-44.

James, C. (2016). Teaching Mathematics through Inquiry. *JOURNAL OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR DESIGN AND DEVELOPMENT IN EDUCATION, 3*(9), 1-29.

James, W. W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. in *Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Jose, F. M. (2013). การศึกษาผลของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทัศนคติเกี่ยวกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา. (Doctoral dissertation). Central Connecticut State University, Ann Arbor.

Khaled, H. K. (2014). Conceptual and Procedural Knowledge of Rational Numbers for Riyadh

Elementary School Teachers. *Journal of Education and Human Development, 3*(2), 181-197.

Lauritzen, P. (2012). *Conceptual and Procedural Knowledge of Mathematical Functions.* University of Eastern Finland, Finland. (doctoral dissertation (Education, Humanities, and Theology)).

Michael, S., และ Elsbeth, S. (2005). Conceptual and Procedural Knowledge of a Mathematics Problem: Their Measurement and Their Causal Interrelations. Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/6be8/567558059466305ba179a9b6115840da2b6e.pdf?_ga=2.120640203.2139823807.1587312345-1021944883.1587312345

Michele, A. (2012). *Inquiry in Mathematics Education* (1). France.

Rittle, J. (2017). Developing Mathematics Knowledge. *Child Development Perspectives, 11*(3), 1-24.

Rittle, J., และ Robert, S. S. (2001). Developing Conceptual Understanding and Procedural Skill in Mathematics: An Iterative Process. *Journal of Educational Psychology, 93*(2), 346-362.

Rushton, D., และ Duggan, C. (2013). Impact of Culture on Reflective Writing in Masters Level Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 93*(C), 956-963.

Rushton, D., และ Duggan, C. (2017, July). The Effectiveness of the GeoGebra Software: The Intermediary Role of Procedural Knowledge on Students' Conceptual Knowledge and Their Achievement in Mathematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 13*(6), 2155-2180.

Samrajya, B. L. (2014). REFLECTIVE PRACTICE THROUGH JOURNAL WRITING AND PEER OBSERVATION: A Case Study. *Turkish Online Journal of Distance Education, 15*(4), 189-204.

Sunismi. (2015, October). DEVELOPING GUIDED DISCOVERY LEARNING MATERIALS USING MATHEMATICS MOBILE LEARNING APPLICATION AS AN ALTERNATIVE MEDIA FOR THE STUDENTS CALCULUS II. *Cakrawala Pendidikan*(3), 334-346.

Tim, F., และ Mike, H. (2005). Learning Logs: Assessment or Research Method. *The Electronic Journal of Business Research Methodology, 3*(2), 117-122.

Yuliana, T. (2017, February). THE EFFECTIVENESS OF GUIDED DISCOVERY LEARNING TO TEACH INTEGRAL CALCULUS FOR THE MATHEMATICS STUDENTS OF MATHEMATICS EDUCATION WIDYA DHARMA UNIVERSITY. *Infinity Journal, 6*(1), 1-10.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ *(*ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ฆนัท ธาตุทอง. (2559). หลักการจัดการเรียนรู้ (1). นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

จุไรรัตน์ วัชราไทย. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดไตร่ตรอง เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5.* (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้ (1). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิยาลัยมหาสารคาม.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (1). นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). *80* นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (8). นนทบุรี: พีบาลานซ์ดีไซด์แอนปริ้นติ้ง.

ณัฐพงษ์ กอสวัสดิ์พัฒน์. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ตามการสืบสอบแบบแนะแนวทางร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทองคำ นาสมตรึก. (2555, มกราคม-มิถุนายน). การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, *4*(1), 75-88.

ทัณฑวัต ปานพุ่ม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ *1* วิทยาลัย

พาณิชยการธนบุรี. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)).

ทิศนา แขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (21). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรจง อมรชีวิน. (2556). *Thinking Classroom* เปลี่ยนห้องเรียนให้เป็นห้องคิดด้วยการสืบถามเชิงปรัชญา (1). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2545). การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดและวิธีการ (2). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2554). การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (1). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2559). ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ (2). กรุงเทพฯ: เอส.พริ้นติ้ง ไทย แฟคตอรี่.

ปภัสชญา เสมา. (2560, ตุลาคม-ธันวาคม). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, *12*(4), 666-680. สืบค้นจาก https://www.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/161779/116688

ปภัสสร แก้วพิลารมย์. (2555, กรกฎาคม-กันยายน). การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, *5*(3), 39-47.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. (2542, 19 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา (เล่ม 116 ตอนที่ 74ก, น. 1-23). สืบค้นจาก http://www.moe.go.th/moe/nipa/ed_law/p.r.g.edu1.pdf

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน *1* (1). กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

ภพ เลาห์ไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภมรเมษย์ เลาหวิรุฬห์กุล. (2559, มกราคม-มีนาคม). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์

ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, *11*(1), 311-325.

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2554). การวางแผนการทดลองสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.

ยุพิน พิพิธกุล. (2529). การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (1). กรุงเทพฯ: กรุงเทพการพิมพ์.

รัชดาพร ทองยศ. (2561, กันยายน-ธันวาคม). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5ES) ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, *6*(3), 38-47.

วิสุทธิ์ คงกัลป์. (2558). *Math League :* เทคนิคการสอนรูปแบบใหม่ที่ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรัญญา บุตรวงษ์. (2554). การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1* โรงเรียนนาข่าวิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ (1). กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ศุภลักษณ์ ครุฑคง. (2557, กรกฎาคม-กันยายน). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, *9*(3), 31-45. สืบค้นจาก https://www.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/20469/17777

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม *2* ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1* (1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ วิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น (3). กาฬสินธุ์: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่ เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียน ในศตวรรษที่ *21* (1). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุวิทย์ มูลคำ. (2545). *21* วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

เสน่ห์ หมายจากกลาง. (2554, เมษายน-พฤษภาคม). ความรู้เชิงมโนทัศน์: จุดเน้นของการสอนคณิตศาสตร์. *MY MATHS, 7*(70), 54-59.

แสงเดือน อาตมียนันท์. (2557, กันยายน – ธันวาคม). การพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา. วารสารวิชาการ *Veridian E-Journal, 7*(3), 1055-1068.

อัมพร ม้าคนอง. (2547a). การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2547b). ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์: จุดเน้นของงานสอนคณิตศาสตร์. ใน พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง ประมวลบทความหลักการและแนวการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (น. 110-125). กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

อัมพร ม้าคนอง. (2558). คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม (2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (3). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุษาวดี จันทรสนธิ. (2556). การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ สารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ *Foundations and Medthodologies of Mathematics Instruction* หน่วยที่ *11-15* (2, 35-36). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

1. ดร. กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล	อาจารย์ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ. ดร. สำเริง ชื่นรังสิกุล	อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. อาจารย์ อมรรัตน์ สุดตา	อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- ตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบแบบอัตนัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 **เวลา 1 คาบเรียน 50 นาที**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เรื่อง: การแก้สมการ 1

สาระการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.3: ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด ค1.1 ม.1/1 เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากันและสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์ และแก้ปัญหา โดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1) นำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

2) นำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการอธิบายการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

สาระสำคัญ

<u>สมบัติการเท่ากัน</u>

สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก (Additive Property of equality)

ถ้า $a = b$ แล้ว $a + c = b + c$ เมื่อ a, b และ c แทนจำนวนใด ๆ

สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ (Multiplicative Property of equality)

ถ้า $a = b$ แล้ว $ac = bc$ เมื่อ a, b และ c แทนจำนวนใด ๆ

สมบัติสมมาตร (Symmetric Property)

ถ้า $a = b$ แล้ว $b = a$ เมื่อ a และ b แทนจำนวนใด ๆ

สมบัติถ่ายทอด (Transitive Property)

ถ้า $a = b$ และ $b = c$ แล้ว $a = c$ เมื่อ a, b และ c แทนจำนวนใด ๆ

สาระการเรียนรู้

ให้นักเรียนแก้สมการ x + 6 = 2x + 4 และอธิบายว่าใช้สมบัติอะไรประกอบการแก้สมการในแต่ละขั้นตอน

<u>วิธีทำ</u>

$$x + 6 = 2x + 4$$

สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับ

$$(x + 6) - x - 4 = (2x + 4) - x - 4$$

$$2 = x$$

สมบัติสมมาตร

$$x = 2$$

<u>ตอบ</u> x = 2

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ในกรณีที่ข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ในคาบเรียนที่ผ่านมาพบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจในสิ่งที่เรียน ครูจะใช้การทบทวนความรู้เดิมในสิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการเรียน แล้วจึงนำเสนอกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจต่อไป

1.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน จากนั้นแจกใบกิจกรรมที่ 10 “ตาชั่งสองแขน” พร้อมกับอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมที่ 10 “ตาชั่งสองแขน” และตอบคำถามลงในใบกิจกรรม

1.4 ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอคำตอบหน้าชั้นเรียน โดยมีประเด็นคำถาม ดังนี้

<u>ข้อที่ 1</u>

1) เมื่อใส่ลูกแก้วข้างละ 7 ลูก แล้วลักษณะแขนของเครื่องชั่งเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า เสมอกัน]

2) เมื่อหยิบลูกแก้ว 2 ลูกออกจากตะกร้าด้านขวาของเครื่องชั่งแล้วแขนของเครื่องชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ไม่เสมอกัน โดยเอียงไปทางด้านซ้าย]

3) จากข้อ 1.2 จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วกี่ลูกเพิ่มลงในตะกร้าด้านซ้าย แขนของเครื่องชั่งจึงจะเสมอกัน

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องหยิบลูกแก้ว 2 ลูกออกจากตะกร้าด้านซ้ายของเครื่องชั่ง]

4) หากเครื่องชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 1.1 – 1.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

[นักเรียนควรตอบว่า สมบัติเท่ากันเกี่ยวกับการบวก]

ข้อที่ 2

1) เมื่อใส่ลูกแก้วข้างละ 5 ลูก แล้วลักษณะแขนของเครื่องชั่งเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า เสมอกัน]

2) เมื่อเติมลูกแก้ว 3 ลูกลงในตะกร้าด้านขวาของเครื่องชั่งแล้วแขนของเครื่องชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ไม่เสมอกัน โดยเอียงไปทางด้านขวา]

3) จากข้อ 2.2 จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วกี่ลูกเพิ่มลงในตะกร้าด้านซ้าย แขนของเครื่องชั่งจึงจะเสมอกัน

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องเติมลูกแก้ว 3 ลูกลงในตะกร้าด้านซ้ายของเครื่องชั่ง]

4) หากเครื่องชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 2.1 – 2.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

[นักเรียนควรตอบว่า สมบัติเท่ากันเกี่ยวกับการบวก]

ข้อที่ 3

1) เมื่อใส่ลูกแก้วข้างละ 2 ลูก แล้วลักษณะแขนของเครื่องชั่งเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า เสมอกัน]

2) เมื่อเติมลูกแก้วเพิ่มอีก 2 เท่าของจำนวนลูกแก้วในข้อ 3.1 ในตะกร้าด้านขวาของเครื่องชั่งแล้วแขนของเครื่องชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ไม่เสมอกัน โดยเอียงไปทางด้านขวา]

3) จากข้อ 3.2 จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วอย่างไร แขนของเครื่องชั่งจึงจะเสมอกัน

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องเติมลูกแก้วอีก 2 เท่าของจำนวนลูกแก้วเดิมในตะกร้าด้านซ้ายของเครื่องชั่ง]

4) หากเครื่องชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 3.1 – 3.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

[นักเรียนควรตอบว่า สมบัติเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ]

ข้อที่ 4

1) น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ B หรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า เท่ากัน]

2) น้ำหนักของวัตถุ B เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ A หรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า เท่ากัน]

3) หากเครื่องชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 4.1-4.2 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

[นักเรียนควรตอบว่า สมบัติสมมาตร]

ข้อที่ 5

1) น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ B หรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า เท่ากัน]

2) น้ำหนักของวัตถุ B เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ C หรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า เท่ากัน]

3) ดังนั้น น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ C หรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า เท่ากัน]

4) หากเครื่องชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 5.1-5.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

[นักเรียนควรตอบว่า สมบัติถ่ายทอด]

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน จากนั้นแจกใบกิจกรรมที่ 11 “แก้สมการกันเถอะ” พร้อมกับอุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมที่ 11 “แก้สมการกันเถอะ” และตอบคำถามลงในใบกิจกรรม

3. ขั้นอธิบาย

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอใบกิจกรรมที่ 11 “แก้สมการกันเถอะ” โดยมีประเด็นคำถามในการนำเสนอดังนี้

1) จากการแก้สมการ $x + 5 = 7$ หากต้องการทำให้ด้านซ้ายของเครื่องชั่งสองแขนเหลือเพียงแค่บัตร เพียงใบเดียว จะต้องมีการหยิบบัตรเข้า/ออกอย่างไร เพื่อให้แขนของเครื่องชั่งสองแขนยังคงเสมอกัน

[นักเรียนควรตอบว่า หยิบบัตร จำนวน 5 ใบ ออกจากแขนแต่ละข้างของเครื่องชั่งสองแขน]

2) นักเรียนคิดว่าการหยิบบัตรเข้า/ออกดังกล่าวเปรียบเทียบได้กับการใช้สมบัติใด

[นักเรียนควรตอบว่า การเท่ากันเกี่ยวกับการบวก]

3) จากข้อ 1.1 ด้านซ้ายของเครื่องชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า เหลือบัตร เพียงใบเดียว]

4) จากข้อ 1.1 ด้านขวาของเครื่องชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า เหลือบัตร จำนวน 2 ใบ]

5) นักเรียนคิดว่า x มีค่าเท่ากับเท่าไร

[นักเรียนควรตอบว่า 2]

6) ในการแก้สมการ $3x + 1 = x + 7$ จากเครื่องชั่งสองแขนดังกล่าว จะต้องมีการหยิบบัตรเข้า/ออกอย่างไรบ้าง เพื่อให้แขนของเครื่องชั่งสองแขนยังคงเสมอกัน

[นักเรียนควรตอบว่า หยิบบัตร จำนวน 1 ใบ ออกจากแขนแต่ละข้างของเครื่องชั่งสองแขน และหยิบบัตร จำนวน 1 ใบ ออกจากแขนแต่ละข้างของเครื่องชั่งสองแขน]

7) นักเรียนคิดว่าการหยิบบัตรเข้า/ออกดังกล่าวเปรียบเทียบได้กับการใช้สมบัติใด

[นักเรียนควรตอบว่า การเท่ากันเกี่ยวกับการบวก]

8) จากข้อ 2.1 ด้านซ้ายของเครื่องชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า เหลือบัตร จำนวน 2 ใบ]

9) จากข้อ 2.1 ด้านขวาของเครื่องชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า เหลือบัตร จำนวน 6 ใบ]

10) นักเรียนคิดว่า x มีค่าเท่ากับเท่าไร

[นักเรียนควรตอบว่า 3]

11) การแก้สมการเพื่อหาค่าของตัวแปรที่อยู่ในสมการมีแนวทางอย่างไร จงอธิบาย

[นักเรียนควรตอบว่า 1. พยายามหยิบบัตรที่เหมือนกันทั้งสองข้างของเครื่องชั่งสองแขนออกข้างละเท่า ๆ กัน 2. คำนวณหาค่าของ x]

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 ครูแจกแบบฝึกทักษะที่ 5 ให้นักเรียนแต่ละคน เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่

4.2 นักเรียนลงมือทำแบบฝึกทักษะที่ 5 โดยครูเดินสังเกตการทำงานของนักเรียน

5. ขั้นประเมินผล

5.1 ครูแจกแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 5 “การแก้สมการ 1” ให้แก่นักเรียนแต่ละคน

5.2 นักเรียนแต่ละคนลงมือทำแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 5 “การแก้สมการ 1”

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 10 “ตาชั่งสองแขน”
2. ใบกิจกรรมที่ 11 “แก้สมการกันเถอะ”
3. แบบฝึกทักษะที่ 5

4. แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 5 “การแก้สมการ 1”

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในคาบนี้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
1) นำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	**วิธีวัดผล** พิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในแบบฝึกทักษะที่ 5 ข้อที่ 1.1 – 1.10	**เกณฑ์การให้คะแนน** ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้อง จะได้ คะแนน 1 คะแนน ถ้า นักเรียน ตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบ จะได้ คะแนน 0 คะแนน **เกณฑ์การประเมินผล** : ถ้า นักเรียน ได้คะแนนตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
2) นำสมบัติการเท่ากันไปใช้ในการอธิบายการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	**วิธีวัดผล** พิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในแบบฝึกทักษะที่ 5 ข้อ 2	**เกณฑ์การให้คะแนน** ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องจะได้ คะแนน 1 คะแนน ในแต่ละช่องว่าง ถ้า นักเรียน ตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบ จะได้ คะแนน 0 คะแนน **เกณฑ์การประเมินผล** : ถ้า นักเรียน ได้คะแนนตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

9. บันทึกหลังการสอน

9.1 ด้านความรู้เชิงมโนทัศน์ของนักเรียน

นักเรียนสามารถนำความรู้เชิงมโนทัศน์ในเรื่องสมบัติของการเท่ากันมาประยุกต์ใช้ในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ และสามารถใช้สมบัติของการเท่ากันในการให้เหตุผลหรืออธิบายประกอบการดำเนินการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

9.2 ด้านความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียน

นักเรียนสามารถนำสมบัติของการเท่ากันมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอน และสามารถแสดงการคำนวณได้อย่างถูกต้อง

9.3 ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)

นักเรียนบางส่วนอาจไม่ได้มีการเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ความรู้ในเรื่องของการรวมพจน์ที่คล้ายกันเข้าด้วยกันจากเรื่องพหุนามเบื้องต้น จึงส่งผลให้การคำนวณมีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากขึ้น ครูจึงควรทบทวนความรู้เบื้องต้นในเรื่องดังกล่าว เพื่อทำให้การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(ลงชื่อ) เจริญขวัญ โรจนพงศ์สถาพร ผู้สอน

ใบกิจกรรมที่ 10 “ตาชั่งสองแขน”

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ตาชั่งสองแขน

ตาชั่งสองแขนหรือตาชั่งยา ใช้ชั่งสิ่งของที่มีน้ำหนักน้อย ตาชั่งชนิดนี้ใช้ตุ้มน้ำหนักแทนหน้าปัดบอกน้ำหนัก โดยวางสิ่งของในจานข้างหนึ่ง นำตุ้มน้ำหนักใส่ในจานอีกข้างหนึ่ง สังเกตให้แขนทั้งสองข้างของตาชั่งเสมอกัน แล้วอ่านน้ำหนักจากตุ้มน้ำหนัก

หากน้ำหนักของสิ่งของที่อยู่ในจานทั้งสองข้างเท่ากัน แขนทั้งสองข้างของตาชั่งจะเสมอกัน แต่หากน้ำหนักของสิ่งของที่อยู่ในจานทั้งสองข้างไม่เท่ากัน แขนทั้งสองข้างของตาชั่งจะเอียงไม่เสมอกัน โดยแขนของตาชั่งจะเอียงลงไปข้างที่มีน้ำหนักมากกว่า

ลักษณะของตาชั่ง กรณีที่น้ำหนักของสิ่งของที่อยู่ในจานทั้งสองข้างเท่ากัน

ลักษณะของตาชั่ง กรณีที่น้ำหนักของสิ่งของที่อยู่ในจานทั้งสองข้างไม่เท่ากัน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใส่ลูกแก้วทั้งสองข้างของตาชั่งสองแขน ข้างละเท่า ๆ กัน จากนั้นหยิบลูกแก้วออกหรือเติมลูกแก้วตามที่โจทย์กำหนดในแต่ละข้อ

1. ใส่ลูกแก้วข้างละ 7 ลูก และตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ลักษณะแขนของตาชั่งเป็นอย่างไร

ตอบ .....

1.2 เมื่อหยิบลูกแก้ว 2 ลูกออกจากตะกร้าด้านขวาของตาชั่งแล้วแขนของตาชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

ตอบ .....

1.3 จากข้อ 1.2 จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วกี่ลูกเพิ่มลงในตะกร้าด้านซ้าย แขนของตาชั่งจึงจะเสมอกัน

ตอบ .....

1.4 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 1.1 – 1.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ .....

2. ใส่ลูกแก้วข้างละ 5 ลูก และตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ลักษณะแขนของตาชั่งเป็นอย่างไร

ตอบ .....

2.2 เมื่อเติมลูกแก้ว 3 ลูกลงในตะกร้าด้านขวาของตาชั่งแล้วแขนของตาชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

ตอบ .....

2.3 จากข้อ 2.2จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วกี่ลูกเพิ่มลงในตะกร้าด้านซ้าย แขนของตาชั่งจึงจะเสมอกัน

ตอบ .....

2.4 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 2.1 – 2.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ .....

3. ใส่ลูกแก้วข้างละ 2 ลูก และตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ลักษณะแขนของตาชั่งเป็นอย่างไร

ตอบ .....

3.2 เมื่อเติมลูกแก้วเพิ่มอีก 2 เท่าของจำนวนลูกแก้วในข้อ 3.1 ในตะกร้าด้านขวาของตาชั่งแล้วแขนของตาชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

ตอบ .....

3.3 จากข้อ 3.2จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วอย่างไร แขนของตาชั่งจึงจะเสมอกัน

ตอบ .....

3.4 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 3.1 – 3.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ .....

4. พิจารณาตาชั่งในรูป และตอบคำถามให้ถูกต้อง

4.1 น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ B หรือไม่

ตอบ .....

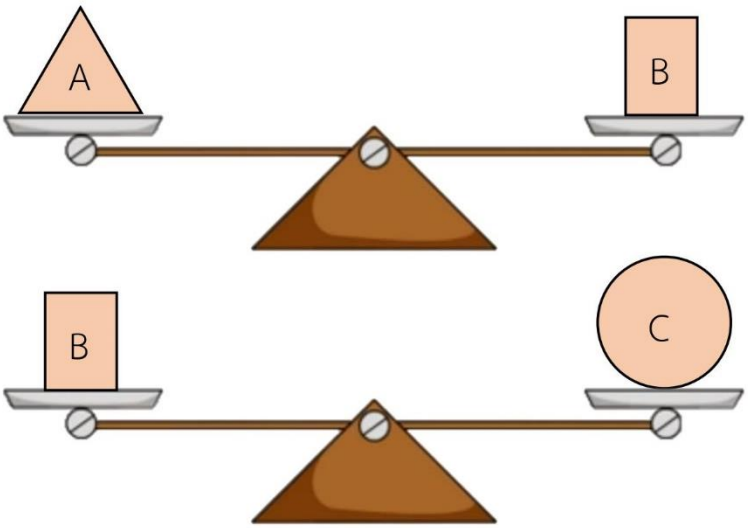
4.2 น้ำหนักของวัตถุ B เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ A หรือไม่

ตอบ .....

4.3 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 4.1-4.2 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ .....

5. พิจารณาตาชั่งในรูป และตอบคำถามให้ถูกต้อง



5.1 น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ B หรือไม่

ตอบ .....

5.2 น้ำหนักของวัตถุ B เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ C หรือไม่

ตอบ .....

5.3 ดังนั้น น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ C หรือไม่

ตอบ .....

5.4 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 5.1-5.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ .....

ใบกิจกรรมที่ 11 “แก้สมการกันเถอะ”

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

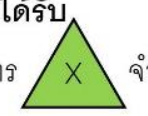
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

สิ่งที่นักเรียนได้รับ

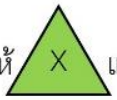
1. บัตร 

จำนวน 15 ใบ

2. บัตร

จำนวน 25 ใบ

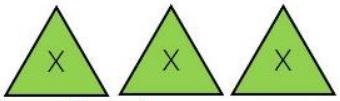
3. กระดานจำลองตาชั่งสองแขน 1 กระดาน

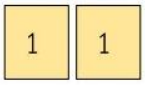
คำชี้แจง กำหนดให้ 

แทน ตัวแปร X และ

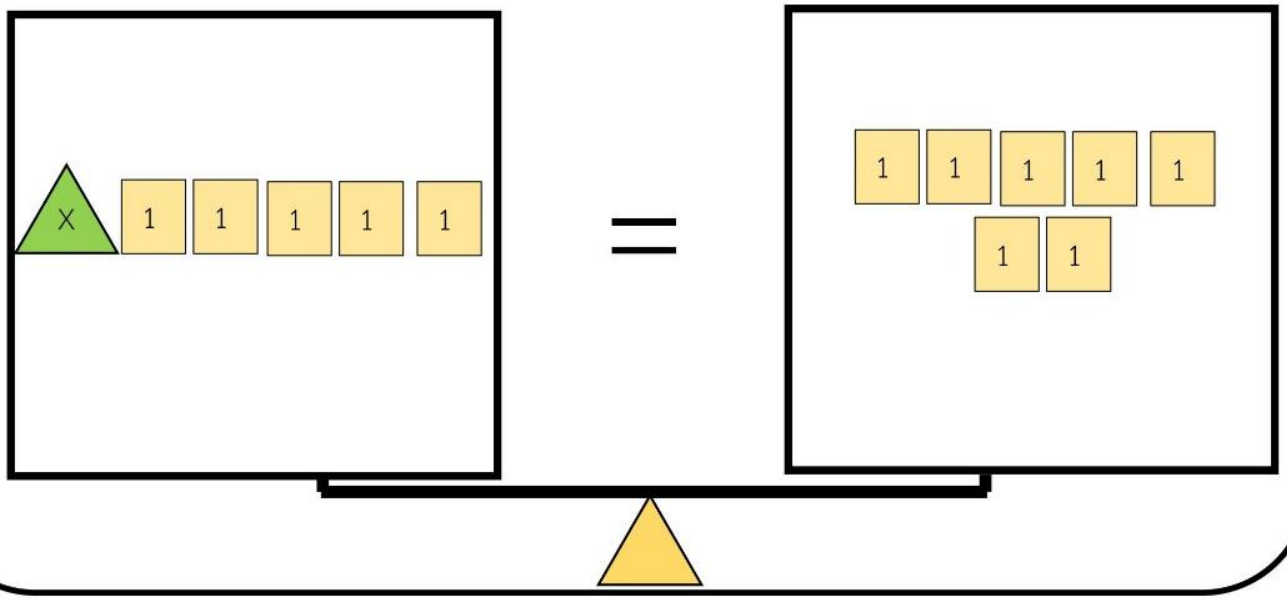
มีค่าเท่ากับ 1 ให้นักเรียนใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ สมบัติสมมาตร และสมบัติถ่ายทอดในการแก้สมการที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้กระดานจำลองตาชั่งสองแขน

ตัวอย่างการวางบัตร

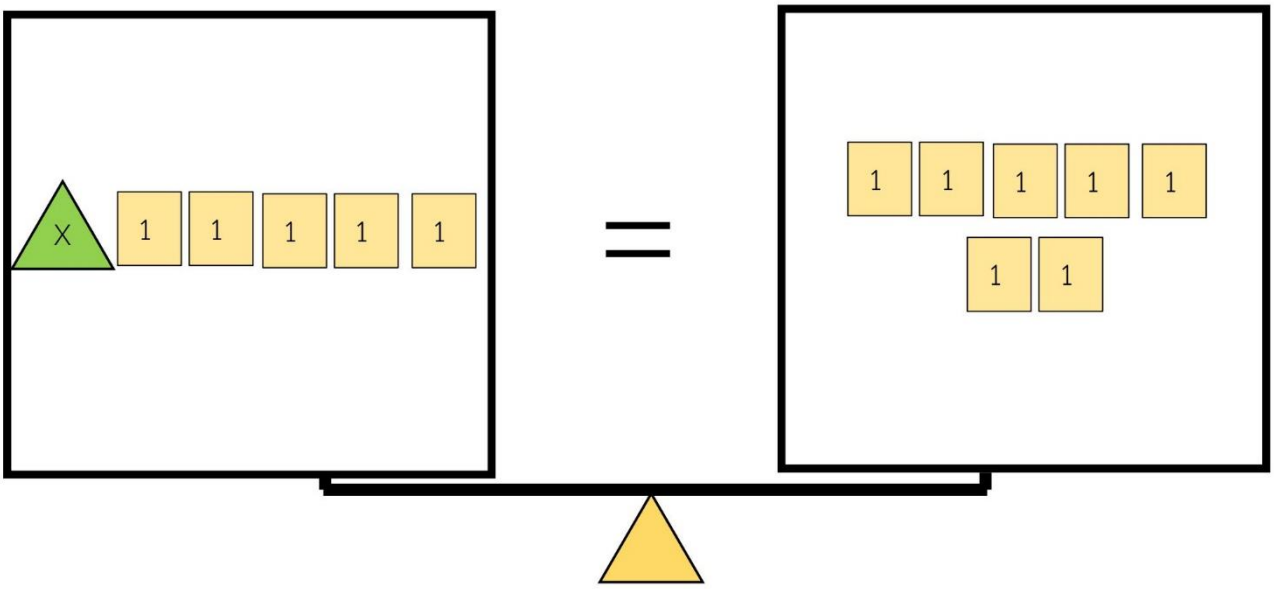
3x การวางบัตร 

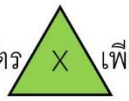
2 การวางบัตร 

สมการ x + 5 = 7 การวางบัตรลงในกระดานจำลองตาชั่งสองแขนทำได้ ดังนี้



1. พิจารณาการวางบัตรเพื่อแก้สมการ x + 5 = 7 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



1.1 หากต้องการทำให้ด้านซ้ายของตาชั่งสองแขนเหลือเพียงแค่บัตร  เพียงใบเดียว จะต้องมีการหยิบบัตรเข้า/ออกอย่างไร เพื่อให้แขนของตาชั่งสองแขนยังคงเสมอกัน

ตอบ .....

1.2 นักเรียนคิดว่าการหยิบบัตรเข้า/ออกดังกล่าวเปรียบเทียบได้กับการใช้สมบัติใด

ตอบ .....

1.3 จากข้อ 1.1 ด้านซ้ายของตาชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

ตอบ .....

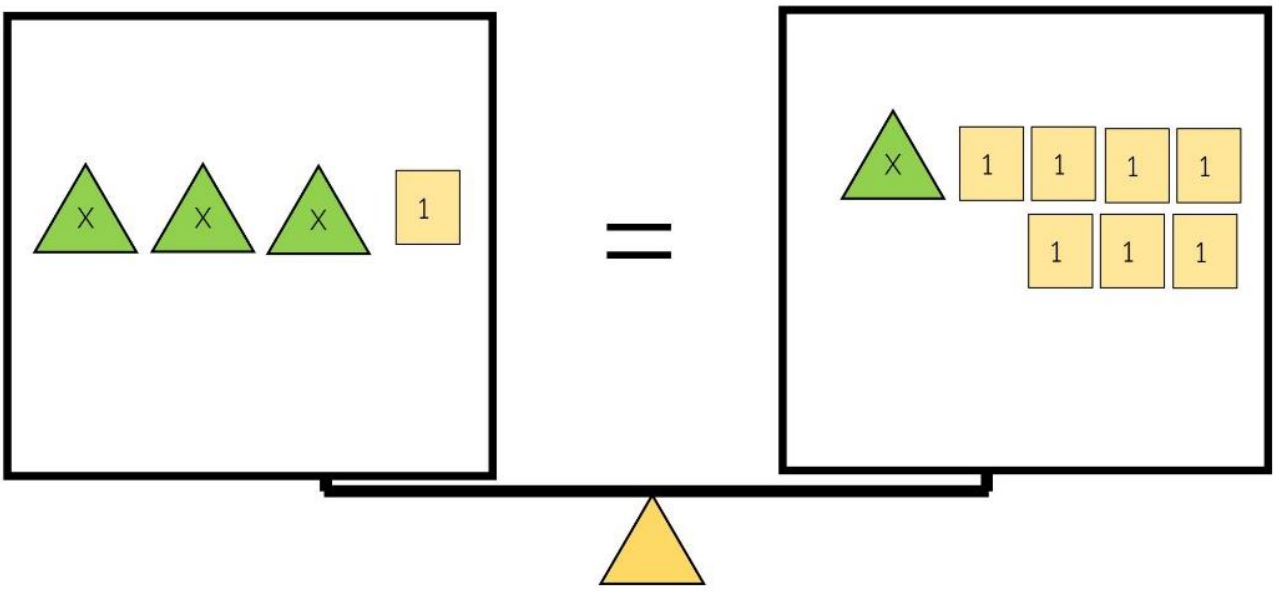
1.4 จากข้อ 1.1 ด้านขวาของตาชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

ตอบ .....

1.5 นักเรียนคิดว่า x มีค่าเท่ากับเท่าไร

ตอบ .....

2. พิจารณาการวางบัตรเพื่อแก้สมการ 3x + 1 = x + 7 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



2.1 ในการแก้สมการจากตาชั่งสองแขนดังกล่าว จะต้องมีการหยิบบัตรเข้า/ออกอย่างไรบ้าง เพื่อให้แขนของตาชั่งสองแขนยังคงเสมอกัน

ตอบ .....

.....

2.2 นักเรียนคิดว่าการหยิบบัตรเข้า/ออกดังกล่าวเปรียบเทียบได้กับการใช้สมบัติใด

ตอบ .....

2.3 จากข้อ 2.1 ด้านซ้ายของตาชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

ตอบ .....

2.4 จากข้อ 2.1 ด้านขวาของตาชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

ตอบ .....

2.5 นักเรียนคิดว่า x มีค่าเท่ากับเท่าไร เพราะเหตุใด

ตอบ .....

3. การแก้สมการเพื่อหาค่าของตัวแปรที่อยู่ในสมการมีแนวทางอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ .....

.....

.....

แบบฝึกทักษะที่ 5

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

---

1. จงแก้สมการต่อไปนี้โดยใช้กระดานจำลองตาชั่งสองแขนประกอบการแก้สมการ

1.1 $x + 4 = 17$

ตอบ x = ...

1.2 $2x + 5 = 17$

ตอบ x = ...

1.3 $2x + 2 = 8 + x$

ตอบ x = ...

1.4 $2x = 10$

ตอบ x = ...

1.5 $x + 2 = 9$

ตอบ x = ...

1.6 $x + 8 = 3x$

ตอบ x = ...

1.7 $3x = 9$

ตอบ x = ...

1.8 $2x + 2 = 4$

ตอบ x = ...

1.9 $2x + 5 = 3x + 1$

ตอบ x = ...

1.10 $3x + 1 = x + 7$

ตอบ x = ...

2. ให้นักเรียนแก้สมการ $x + 6 = 2x + 4$ โดยการเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนการใช้บัตรและอธิบายว่าใช้สมบัติอะไรประกอบการแก้สมการในแต่ละขั้นตอน

$$x + 6 = 2x + 4$$

..... = ... สมบัติ.....

..... = ... สมบัติ.....

..... = ...

เฉลยใบกิจกรรมที่ 10 “ตาชั่งสองแขน”

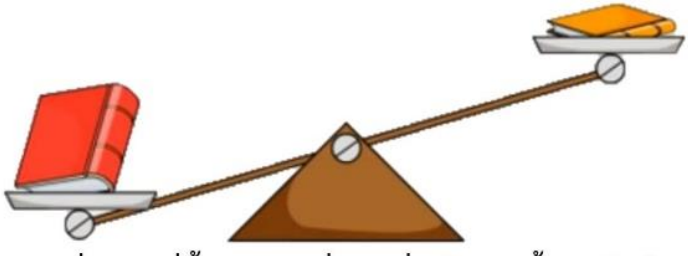
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ตาชั่งสองแขน

ตาชั่งสองแขนหรือตาชั่งยา ใช้ชั่งสิ่งของที่มีน้ำหนักน้อย ตาชั่งชนิดนี้ใช้ตุ้มน้ำหนักแทนหน้าปัดบอกน้ำหนัก โดยวางสิ่งของในจานข้างหนึ่ง นำตุ้มน้ำหนักใส่ในจานอีกข้างหนึ่ง สังเกตให้แขนทั้งสองข้างของตาชั่งเสมอกัน แล้วอ่านน้ำหนักจากตุ้มน้ำหนัก

หากน้ำหนักของสิ่งของที่อยู่ในจานทั้งสองข้างเท่ากัน แขนทั้งสองข้างของตาชั่งจะเสมอกัน แต่หากน้ำหนักของสิ่งของที่อยู่ในจานทั้งสองข้างไม่เท่ากัน แขนทั้งสองข้างของตาชั่งจะเอียงไม่เสมอกัน โดยแขนของตาชั่งจะเอียงลงไปข้างที่มีน้ำหนักมากกว่า

ลักษณะของตาชั่ง กรณีที่น้ำหนักของสิ่งของที่อยู่ในจานทั้งสองข้างเท่ากัน



ลักษณะของตาชั่ง กรณีที่น้ำหนักของสิ่งของที่อยู่ในจานทั้งสองข้างไม่เท่ากัน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใส่ลูกแก้วทั้งสองข้างของตาชั่ง ข้างละเท่า ๆ กัน จากนั้นหยิบลูกแก้วออกหรือเติมลูกแก้วตามที่โจทย์กำหนดในแต่ละข้อ

1. ใส่ลูกแก้วข้างละ 7 ลูก และตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ลักษณะแขนของตาชั่งเป็นอย่างไร

ตอบ เสมอกัน

1.2 เมื่อหยิบลูกแก้ว 2 ลูกออกจากตะกร้าด้านขวาของตาชั่งแล้วแขนของตาชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

ตอบ ไม่เสมอกัน โดยเอียงไปทางด้านซ้าย

1.3 จากข้อ 1.2จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วกี่ลูกเพิ่มลงในตะกร้าด้านซ้าย แขนของตาชั่งจึงจะเสมอกัน

ตอบ ต้องหยิบลูกแก้ว 2 ลูกออกจากตะกร้าด้านซ้ายของตาชั่ง

1.4 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 1.1 – 1.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ สมบัติเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

2. ใส่ลูกแก้วข้างละ 5 ลูก และตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ลักษณะแขนของตาชั่งเป็นอย่างไร

ตอบ เสมอกัน

2.2 เมื่อเติมลูกแก้ว 3 ลูกลงในตะกร้าด้านขวาของตาชั่งแล้วแขนของตาชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

ตอบ ไม่เสมอกัน โดยเอียงไปทางด้านขวา

2.3 จากข้อ 2.2จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วกี่ลูกเพิ่มลงในตะกร้าด้านซ้าย แขนของตาชั่งจึงจะเสมอกัน

ตอบ ต้องเติมลูกแก้ว 3 ลูกลงในตะกร้าด้านซ้ายของตาชั่ง

2.4 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 2.1 – 2.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ สมบัติเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

3. ใส่ลูกแก้วข้างละ 2 ลูก และตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ลักษณะแขนของตาชั่งเป็นอย่างไร

ตอบ เสมอกัน

3.2 เมื่อเติมลูกแก้วเพิ่มอีก 2 เท่าของจำนวนลูกแก้วในข้อ 3.1 ในตะกร้าด้านขวาของตาชั่งแล้วแขนของตาชั่งมีลักษณะเป็นอย่างไร

ตอบ ไม่เสมอกัน โดยเอียงไปทางด้านขวา

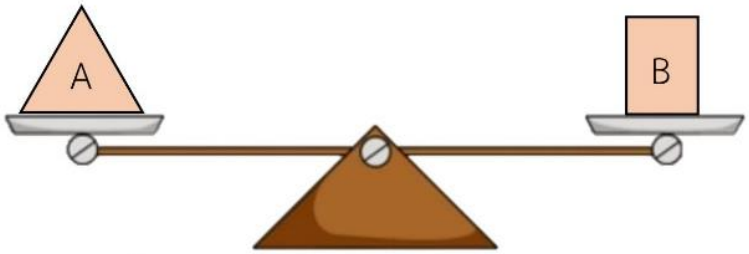
3.3 จากข้อ 3.2จะต้องหยิบออก/เติมลูกแก้วอย่างไร แขนของตาชั่งจึงจะเสมอกัน

ตอบ ต้องเติมลูกแก้วอีก 2 เท่าของจำนวนลูกแก้วเดิมในตะกร้าด้านซ้ายของตาชั่ง

3.4 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 3.1 – 3.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ สมบัติเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

4. พิจารณาตาชั่งในรูป และตอบคำถามให้ถูกต้อง



4.1 น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ B หรือไม่

ตอบ เท่ากัน

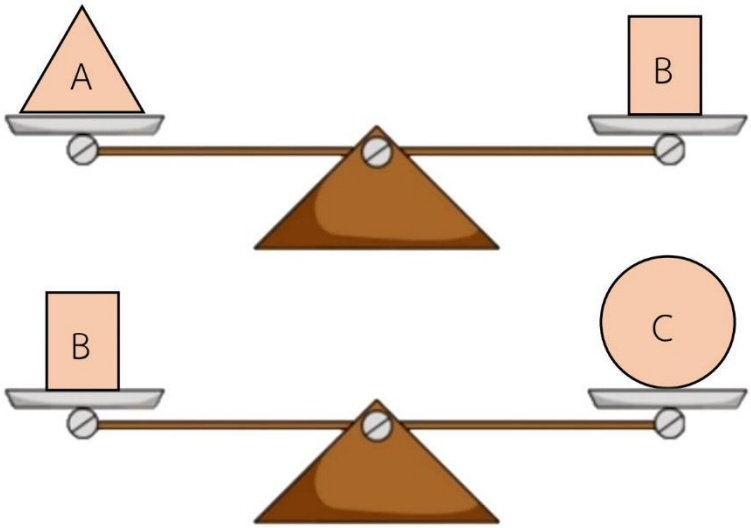
4.2 น้ำหนักของวัตถุ B เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ A หรือไม่

ตอบ เท่ากัน

4.3 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 4.1-4.2 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ สมบัติสมมาตร

5. พิจารณาตาชั่งในรูป และตอบคำถามให้ถูกต้อง



5.1 น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ B หรือไม่

ตอบ เท่ากัน

5.2 น้ำหนักของวัตถุ B เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ C หรือไม่

ตอบ เท่ากัน

5.3 ดังนั้น น้ำหนักของวัตถุ A เท่ากับน้ำหนักของวัตถุ C หรือไม่

ตอบ เท่ากัน

5.4 หากตาชั่งสองแขน เปรียบเทียบได้กับสมการ นักเรียนคิดว่าในข้อ 5.1-5.3 เปรียบได้กับการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ตอบ สมบัติถ่ายทอด

เฉลยใบกิจกรรมที่ 11 “แก้สมการกันเถอะ”

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

สิ่งที่นักเรียนได้รับ

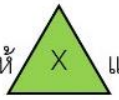
1. บัตร

จำนวน 15 ใบ

2. บัตร

จำนวน 25 ใบ

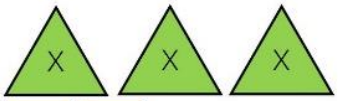
3. กระดานจำลองตาชั่งสองแขน 1 กระดาน

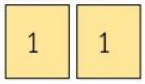
คำชี้แจง กำหนดให้ 

แทน ตัวแปร X และ

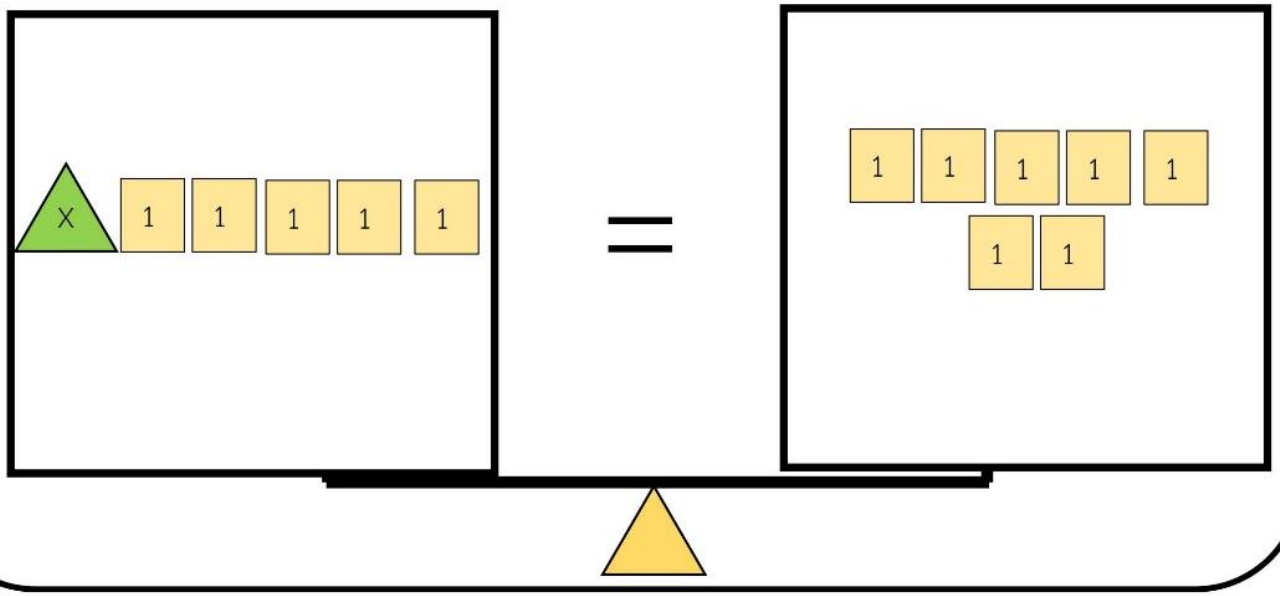
มีค่าเท่ากับ 1 ให้นักเรียนใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ สมบัติสมมาตร และสมบัติถ่ายทอดในการแก้สมการที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยใช้กระดานจำลองตาชั่งสองแขน

ตัวอย่างการวางบัตร

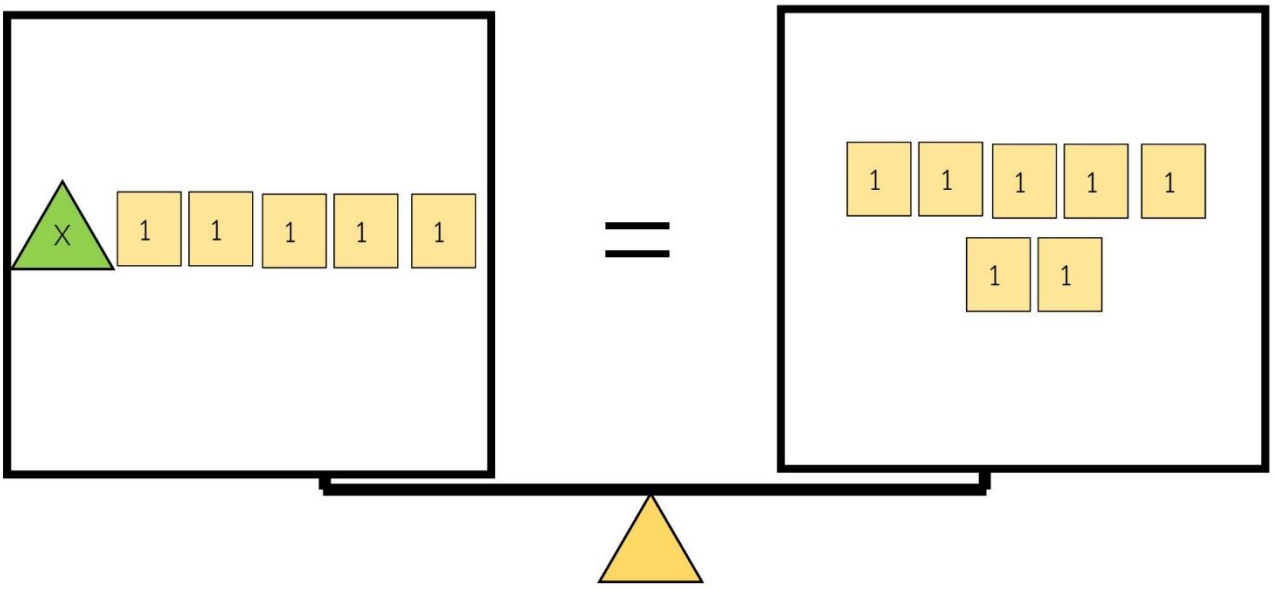
3x การวางบัตร 

2 การวางบัตร 

สมการ x + 5 = 7 การวางบัตรลงในกระดานจำลองตาชั่งสองแขนทำได้ ดังนี้



1. พิจารณาการวางบัตรเพื่อแก้สมการ x + 5 = 7 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



1.1 หากต้องการทำให้ด้านซ้ายของตาชั่งสองแขนเหลือเพียงแค่บัตร X เพียงใบเดียว จะต้องมีการหยิบบัตรเข้า/ออกอย่างไร เพื่อให้แขนของตาชั่งสองแขนยังคงเสมอกัน

ตอบ หยิบบัตร 1 จำนวน 5 ใบ ออกจากแขนแต่ละข้างของตาชั่งสองแขน

1.2 นักเรียนคิดว่าการหยิบบัตรเข้า/ออกดังกล่าวเปรียบเทียบได้กับการใช้สมบัติใด

ตอบ การเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

1.3 จากข้อ 1.1 ด้านซ้ายของตาชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

ตอบ เหลือบัตร X เพียงใบเดียว

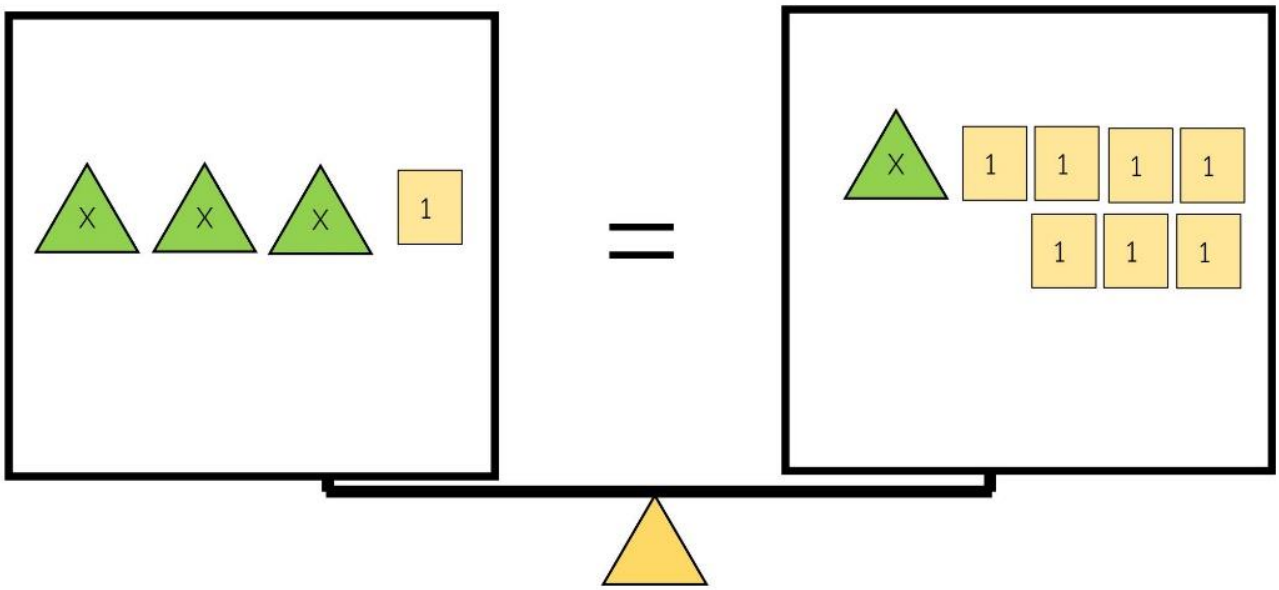
1.4 จากข้อ 1.1 ด้านขวาของตาชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

ตอบ เหลือบัตร 1 จำนวน 2 ใบ

1.5 นักเรียนคิดว่า x มีค่าเท่ากับเท่าไร

ตอบ 2

2. พิจารณาการวางบัตรเพื่อแก้สมการ 3x + 1 = x + 7 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



2.1 ในการแก้สมการจากตาชั่งสองแขนดังกล่าว จะต้องมีการหยิบบัตรเข้า/ออกอย่างไรบ้าง เพื่อให้แขนของตาชั่งสองแขนยังคงเสมอกัน

ตอบ หยิบบัตร X จำนวน 1 ใบ ออกจากแขนแต่ละข้างของตาชั่งสองแขน และ

หยิบบัตร 1 จำนวน 1 ใบ ออกจากแขนแต่ละข้างของตาชั่งสองแขน

2.2 นักเรียนคิดว่าการหยิบบัตรเข้า/ออกดังกล่าวเปรียบเทียบได้กับการใช้สมบัติใด

ตอบ การเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

2.3 จากข้อ 2.1 ด้านซ้ายของตาชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

ตอบ เหลือบัตร X จำนวน 2 ใบ

2.4 จากข้อ 2.1 ด้านขวาของตาชั่งสองแขนเหลือบัตรอะไรบ้าง

ตอบ เหลือบัตร 1 จำนวน 6 ใบ

2.5 นักเรียนคิดว่า x มีค่าเท่ากับเท่าไร เพราะเหตุใด

ตอบ 3

3. การแก้สมการเพื่อหาค่าของตัวแปรที่อยู่ในสมการมีแนวทางอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ 1. พยายามหยิบบัตรที่เหมือนกันทั้งสองข้างของตาชั่งสองแขนออกข้างละเท่า ๆ กัน

2. คำนวณหาค่าของ x

แบบฝึกทักษะที่ 5

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

---

1. จงแก้สมการต่อไปนี้โดยใช้กระดานจำลองตาชั่งสองแขนประกอบการแก้สมการ

1.1 $x + 4 = 17$

ตอบ $x = 13$

1.2 $2x + 5 = 17$

ตอบ $x = 6$

1.3 $2x + 2 = 8 + x$

ตอบ $x = 6$

1.4 $2x = 10$

ตอบ $x = 5$

1.5 $x + 2 = 9$

ตอบ $x = 7$

1.6 $x + 8 = 3x$

ตอบ $x = 4$

1.7 $3x = 9$

ตอบ $x = 3$

1.8 $2x + 2 = 4$

ตอบ $x = 1$

1.9 $2x + 5 = 3x + 1$

ตอบ $x = 4$

1.10 $3x + 1 = x + 7$

ตอบ $x = 3$

2. ให้นักเรียนแก้สมการ $x + 6 = 2x + 4$ โดยการเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนการใช้บัตรและอธิบายว่าใช้สมบัติอะไรประกอบการแก้สมการในแต่ละขั้นตอน

$$x + 6 = 2x + 4$$

$$(x + 6) - x - 4 = (2x + 4) - x - 4$$ สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

$$2 = x$$

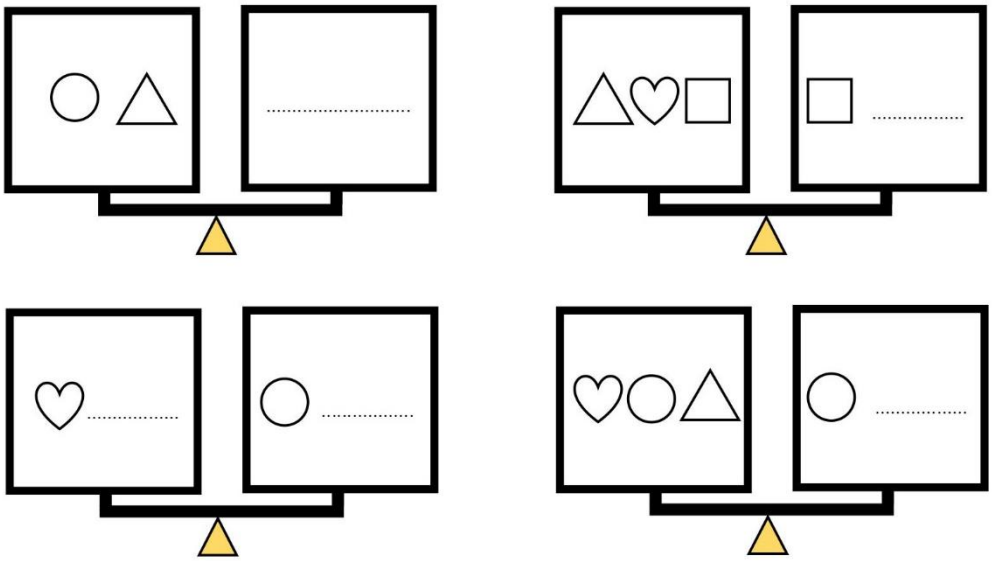
$$x = 2$$ สมบัติสมมาตร

ตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้

แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแก้สมการ 1

ส่วนที่ 1: การตรวจสอบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมรูปเพื่อให้ตาชั่งสองแขนสมดุลกัน



ส่วนที่ 2: การตรวจสอบความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนจำลองการแก้สมการ $2x + x + 4 = 4x + 1$ โดยการเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนการใช้บัตรและอธิบายว่าใช้สมบัติอะไรประกอบการแก้สมการในแต่ละขั้นตอน

$$2x + x + 4 = 4x + 1$$

..... = ... สมบัติ.....

..... = ... สมบัติ.....

..... = ... สมบัติ.....

..... = ...

ส่วนที่ 3: การตรวจสอบความรู้สึกและทัศนคติในการเรียน

คำชี้แจง จากการที่นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน จงทำเครื่องหมาย / ลงใน □ ที่ตรงกับความรู้สึกหรือทัศนคติของนักเรียนมากที่สุด และอธิบายเพิ่มเติม

1. นักเรียนเข้าใจเรื่องการแก้สมการในคาบเรียนนี้ระดับใด

□ เข้าใจอย่างชัดเจนแล้ว □ เข้าใจ □ ไม่เข้าใจเลย

กรณีที่ยังไม่เข้าใจเลย ให้ระบุสิ่งที่อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ในการเรียนคาบนี้สิ่งที่นักเรียนชอบและไม่ชอบมีอะไรบ้าง

สิ่งที่นักเรียนชอบ

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่นักเรียนไม่ชอบ และต้องการให้ครูปรับปรุงในเรื่องใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

คำชี้แจง :

1. ข้อสอบฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้
   ตอนที่ 1 แบบปรนัย เลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ
   ตอนที่ 2 แบบอัตนัย แสดงวิธีทำ จำนวน 1 ข้อ
2. ให้นักเรียนทำลงในกระดาษคำตอบที่ครูผู้คุมสอบแจกให้ และสามารถทดเลขลงในตัวข้อสอบหรือกระดาษทดที่ครูแจกให้
3. ส่งข้อสอบและกระดาษคำตอบคืนครูผู้คุมสอบเมื่อหมดเวลา

ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดต่อไปนี้ไม่เป็นนิพจน์พีชคณิต

ก. $xy+6x^2$

ข. $5(x+2)$

ค. $36m^3n^2$

ง. $\frac{3}{5}(2x+2)=20$

2. นิพจน์พีชคณิตในข้อใดมีค่าไม่เท่ากับ 10

ก. $2(n+4)$ เมื่อ n = 1

ข. $\frac{2x}{5}$ เมื่อ x = 25

ค. $3y+1$ เมื่อ y = 3

ง. $2m+10$ เมื่อ m = 2

3. “สามเท่าของผลบวกของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 5” เขียนแทนด้วยนิพจน์พีชคณิตได้ดังข้อใด

ก. $(3\cdot5)+x$ ข. $3x+5$

ค. $3(x+5)$ ง. $3(3x+5)$

4. บอมมีดินสอ 10 แท่ง เบสมีดินสอมากกว่าบอม y แท่ง จงเขียนนิพจน์พีชคณิตแทนจำนวนดินสอของเบส

ก. y + 10 แท่ง ข. y – 10 แท่ง

ค. 10 - y แท่ง ง. 10y แท่ง

5. ปัจจุบันทอมมีอายุ x ปี และคุณพ่อมีอายุมากกว่าทอม 30 ปี จงเขียนนิพจน์พีชคณิตแทนอายุของคุณพ่อในอีก 15 ปีข้างหน้า

ก. x + 15 ปี ข. x + 45 ปี

ค. 30x + 15 ปี ง. 30x + 45 ปี

6. ข้อใดต่อไปนี้**เป็น**สมการ

ก. เจ็ดไม่เท่ากับหก

ข. สองเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งมากกว่าแปด

ค. หกน้อยกว่าเก้า

ง. สิบมากกว่าสามอยู่เจ็ด

7. สมการที่มีจำนวนทุกจำนวนเป็นคำตอบมีลักษณะอย่างไร

ก. มีจำนวนบางจำนวนที่สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการแล้วทำให้ได้สมการที่เป็นจริง

ข. ไม่มีจำนวนใดที่สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการแล้วทำให้ได้สมการที่เป็นจริง

ค. สมการซึ่งมีจำนวนที่อยู่ทางซ้ายกับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมายเท่ากับ เป็นจำนวนที่ไม่เท่ากัน

ง. ไม่ว่าจะแทนค่าตัวแปรในสมการด้วยจำนวนใดก็ตาม สมการนั้นจะเป็นสมการที่เป็นจริงเสมอ

8. “5” เป็นคำตอบของสมการในข้อใด

ก. $10x-45=5$ ข. $2x-7=4$

ค. $4x-10=2$ ง. $\frac{1}{2}(x+10)=10$

9. ข้อใดเป็นสมการที่ไม่มีคำตอบ

ก. k + 5 = 16 ข. m + 8 = m - 6

ค. p + 15 = 15 + p ง. 8r – 7 = 65

10. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. จำนวนตรงข้ามของ -(-y) คือ y

ข. $-2(3x+6)=-6x+6$

ค. ถ้า 2m = 65 แล้ว 2m – 5 = 60

ง. ถ้า $y + 5 = 12$ แล้ว $(y+5)+3=20$

11. พิจารณาเครื่องชั่งสองแขนแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

หากวัตถุ A มีน้ำหนักมากกว่าวัตถุ B อยู่ 3 กิโลกรัม ข้อใดเป็นกระบวนการที่ถูกต้องในการทำให้แขนของเครื่องชั่งทั้งสองด้านเสมอกัน

1) เพิ่มน้ำหนักด้านวัตถุ A อีก 3 กิโลกรัม

2) ลดน้ำหนักด้านวัตถุ A ลง 3 กิโลกรัม

3) ลดน้ำหนักด้านวัตถุ B ลง 3 กิโลกรัม

4) เพิ่มน้ำหนักด้านวัตถุ B อีก 3 กิโลกรัม

ก. ข้อ 1) ถูก เพียงข้อเดียว

ข. ข้อ 2) ถูก เพียงข้อเดียว

ค. ถูกทั้งข้อ 2) และ 3)

ง. ถูกทั้งข้อ 2) และ 4)

12. จากข้อ 11 กระบวนการดังกล่าว เป็นการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

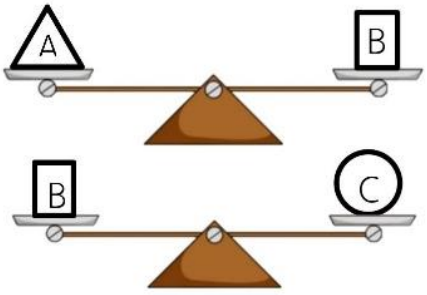
ก. สมมาตร

ข. ถ่ายทอด

ค. การเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

ง. การเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

13. พิจารณาเครื่องชั่งสองแขนแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง



จากรูป ถ้าวัตถุ C มีน้ำหนัก 80 กิโลกรัม ข้อใดต่อไปนี้<u>กล่าวไม่</u>ถูกต้อง

ก. วัตถุ A มีน้ำหนักมากกว่าวัตถุ C

ข. วัตถุ B มีน้ำหนักเท่ากับวัตถุ A และ C

ค. วัตถุ B มีน้ำหนัก 80 กิโลกรัม

ง. วัตถุ A มีน้ำหนัก 80 กิโลกรัม

14. จากข้อ 13 การพิจารณาน้ำหนักของวัตถุแต่ละวัตถุ เป็นการใช้สมบัติการเท่ากันสมบัติใด

ก. สมมาตร

ข. ถ่ายทอด

ค. การเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

ง. การเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

15. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. ถ้า a = 16 แล้ว 16 = a เป็นการใช้สมบัติถ่ายทอด

ข. ถ้า k = 3 แล้ว k + 5 = 8 เป็นการใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

ค. ถ้า t = 3 แล้ว 2t = 6 เป็นการใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

ง. ถ้า 3m = 18 แล้ว m = 6 เป็นการใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

16. พิจารณาการแก้สมการ 2x + 5 = 17 ต่อไปนี้

2x + 5 = 17

2x = 17 – 5 ---- (1)

2x = 12 ---- (2)

$x = \frac{12}{2}$ ---- (3)

x = 6 ---- (4)

ในขั้นตอนที่ (3) ใช้สมบัติอะไร

ก. การเท่ากันเกี่ยวกับการบวก

ข. การเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ

ค. สมมาตร

ง. ถ่ายทอด

17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นการเรียงลำดับขั้นตอนการแก้สมการ 5x – 4 = 2x + 8 ได้ถูกต้องและคำนวณได้ง่ายที่สุด

ขั้น a คูณด้วย $\frac{1}{3}$ ทั้งสองข้างของสมการ

ขั้น b คำนวณหาคำตอบ

ขั้น c บวกด้วย -2x ทั้งสองข้างของสมการ

ขั้น d บวกด้วย 4 ทั้งสองข้างของสมการ

ก. a, d, c, b ข. d, c, b, a

ค. c, d, a, b ง. c, d, b, a

18. ถ้า $3x + 4 = 13$ แล้ว $\frac{2x+8}{7}$ มีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. 2 ข. - 2

ค. $\frac{1}{2}$ ง. $-\frac{1}{2}$

19. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรียงลำดับขั้นตอนการแก้สมการ $\frac{h}{3}+\frac{2h}{4}=\frac{5}{2}$ ได้ถูกต้องและคำนวณได้ง่ายที่สุด

ขั้น a นำ ค.ร.น. คูณทั้งสองข้างของสมการ

ขั้น b ใช้สมบัติการแจกแจงเพื่อจัดรูปสมการ

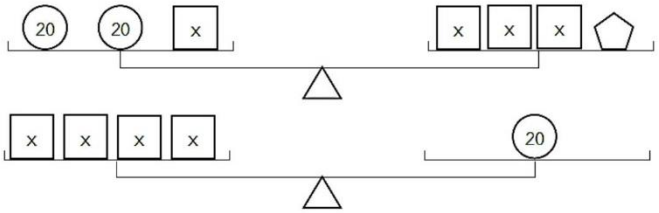
ขั้น c หา ค.ร.น. ของ 2,3 และ 4

ขั้น d คำนวณหาคำตอบของสมการ

ก. c, a, d, b ข. c, a, b, d

ค. b, c, a, d ง. b, a, c, d

20. จากรูปด้านล่าง แสดงถึงการที่ตราชั่งทั้งสอง
ข้างสมดุลกัน กล่องที่มีสัญลักษณ์ x แต่ละกล่องมี
น้ำหนักเท่ากัน จงหาน้ำหนักของกล่อง



ก. 30 ข. 32

ค. 40 ง. 42

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำโดยละเอียด

1. จำนวนหนึ่งมากกว่าอีกจำนวนหนึ่งอยู่ 18 สองเท่าของผลบวกของสองจำนวนนั้นมีค่าเท่ากับ 100 จงหาจำนวนสองจำนวนนั้น **(เขียนอธิบายเหตุผล/หลักการประกอบการแก้สมการในแต่ละขั้นตอน)**

พื้นที่สำหรับวิเคราะห์/เขียนแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา

เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบแบบอัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนทางคณิตศาสตร์ สำหรับข้อสอบอัตนัย

ความรู้เชิงมโนทัศน์

การเขียนสมการจากสถานการณ์ที่กำหนดในโจทย์

คะแนน	ลักษณะการตอบ
2	มีการสร้างสมการจากสถานการณ์ที่กำหนดในโจทย์ได้ถูกต้องทั้งหมด
1	มีการสร้างสมการจากสถานการณ์ที่กำหนดในโจทย์ได้ถูกต้องตั้งแต่ครึ่งหนึ่งขึ้นไปของสมการแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด
0	มีการสร้างสมการจากสถานการณ์ที่กำหนดในโจทย์ได้ถูกต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของทั้งหมด

การอธิบายเหตุผล/หลักการที่ใช้ในการแก้สมการ

คะแนน	ลักษณะการตอบ
2	มีการอ้างอิงบทนิยาม กฎ สูตร หรือสมบัติการเท่ากัน ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการแก้สมการได้ถูกต้องทั้งหมด
1	มีการอ้างอิงบทนิยาม กฎ สูตร หรือสมบัติการเท่ากัน ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการแก้สมการได้ถูกต้องตั้งแต่ครึ่งหนึ่งขึ้นไปของการแก้สมการแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด
0	มีการอ้างอิงบทนิยาม กฎ สูตร หรือสมบัติการเท่ากัน ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการแก้สมการได้ถูกต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของทั้งหมด

ความรู้เชิงกระบวนการ

การดำเนินการแก้สมการ

คะแนน	ลักษณะการตอบ
2	ดำเนินการแก้สมการได้ถูกต้องตามลำดับทั้งหมด
1	ดำเนินการแก้สมการได้ถูกต้องตั้งแต่ครึ่งหนึ่งขึ้นไปของการแก้สมการแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด
0	ดำเนินการแก้สมการได้ถูกต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของทั้งหมด

การคำนวณ

คะแนน	ลักษณะการตอบ
2	ใช้การคำนวณในการแก้สมการได้อย่างถูกต้องตามลำดับทั้งหมด
1	ใช้การคำนวณในการแก้สมการได้ถูกต้องตั้งแต่ครึ่งหนึ่งขึ้นไปของการแก้สมการแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด
0	ใช้การคำนวณในการแก้สมการได้ถูกต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของทั้งหมด

ภาคผนวก ค

- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกการเรียนรู้
- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ
- ตารางแสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมมั่นของแบบทดสอบ
- ตารางแสดงคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
- ตารางแสดงคะแนนความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ตาราง 1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 แผน

แผนที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 10 บันทึกการเรียนรู้

-

บันทึกการเรียนรู้ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 32 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก					
1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
22	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
25	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
27	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย					
31	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 4 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจำแนก (r)
แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก		
1	0.58	0.69
2	0.72	0.75
3	0.58	0.38
4	0.66	0.56
5	0.64	0.69
6	0.30	0.56
7	0.36	0.50
8	0.72	0.69
9	0.66	0.63
10	0.50	0.88
11	0.68	0.88
12	0.44	0.44
13	0.62	0.63
14	0.56	0.69
15	0.64	0.81
16	0.58	0.56
17	0.40	0.25
18	0.62	0.63
19	0.60	0.31
20	0.62	0.81
แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย		
21	0.69	0.54

ค่าความเชื่อมั่นเฉพาะข้อสอบแบบเลือกตอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ตสัน เท่ากับ 0.88

ตาราง 5 คะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้	ผลต่าง
1	9	13	4
2	5	7	2
3	5	7	2
4	6	12	6
5	5	10	5
6	2	4	2
7	10	11	1
8	6	6	0
9	5	10	5
10	4	10	6
11	4	4	0
12	7	9	2
13	6	13	7
14	10	15	5
15	6	7	1
16	3	10	7
17	2	13	11
18	6	10	4
19	6	13	7
20	4	9	5
21	6	14	8
22	5	11	6
23	4	9	5
24	6	6	0
25	3	8	5
26	5	8	3
27	7	10	3

ตาราง 5 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้	ผลต่าง
28	7	11	4
29	4	9	5
30	5	9	4
31	3	8	5
32	3	11	8
33	5	5	0
34	4	10	6
35	6	10	4
36	5	7	2
37	6	15	9
38	7	8	1
39	5	5	0
40	7	5	-2
รวม	214	372	158
คะแนนเฉลี่ย $(\bar{x})$	5.35	9.30	3.95
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	1.83	2.89	2.87

ตาราง 6 คะแนนความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้	ผลต่าง
1	8	15	7
2	3	9	6
3	5	8	3
4	9	12	3
5	8	14	6
6	7	6	-1
7	12	9	-3
8	9	10	1
9	8	14	6
10	6	12	6
11	5	9	4
12	8	13	5
13	5	8	3
14	9	15	6
15	7	12	5
16	10	14	4
17	5	9	4
18	8	9	1
19	9	14	5
20	2	8	6
21	9	14	5
22	6	12	6
23	7	14	7
24	9	10	1
25	5	9	4
26	7	12	5
27	8	10	2

ตาราง 6 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้	ผลต่าง
28	9	13	4
29	6	9	3
30	6	7	1
31	6	8	2
32	2	9	7
33	5	10	5
34	8	10	2
35	8	12	4
36	3	12	9
37	8	12	4
38	8	14	6
39	5	9	4
40	7	10	3
รวม	275	436	161
คะแนนเฉลี่ย $(\bar{x})$	6.88	10.90	4.03
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	2.19	2.43	2.36

ภาคผนวก ง
ภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้

ภาพประกอบ 1 บรรยากาศในการเก็บข้อมูล

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เจริญขวัญ โรจนพงศ์สถาพร
วัน เดือน ปี เกิด	3 กุมภาพันธ์ 2537
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พ.ศ. 2560 การศึกษาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (เกียรตินิยมอันดับ 1) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2563 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษา และการจัดการเรียนรู้ วิชาเอกวิทยาการการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	529/11 ถนนสาธุประดิษฐ์ แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กทม. 10120