



การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4E×2 ร่วมกับเทคนิคเกม
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



โดย
นางสาวธาริณี ชื่นบาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



โดย
นางสาวธาริณี ชื่นบาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS PROBLEM SOLVING USING 4E^x2
INSTRUCTIONAL MODEL WITH GAMES TECHNIQUE
FOR SIXTH GRADE STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Education (CURRICULUM AND INSTRUCTION)
Department of Curriculum and Instruction
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2019
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โดย	ธารณี ชื่นบาน
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรัญญา จันทร์ชูสกุล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)	
พิจารณาเห็นชอบโดย	
.....	ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โพธิ์เงิน)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.อิสเรศ พิพัฒน์มงคลพร)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินทร์ ลัดดาภิบาล บัญเชิดชู)	
.....	ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์)	

58263317 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ 4Ex2, เทคนิคเกม, ความสามารถในการแก้ปัญหา, ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

นางสาว ธาวิณี ชื่นบาน: การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรัญญา จันทร์ชูสกุล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม 2) เพื่อศึกษายุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 28 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน แบบบันทึกผลการสังเกตยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) สถิติทดสอบที่ใช้ได้แก่ สถิติทดสอบที (t-test) แบบ dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การศึกษายุทธวิธีที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหามากที่สุดคือ วิธีการเขียนสมการ การทำงานแบบย้อนกลับ การเขียนแผนภาพ และการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ ตามลำดับ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มีระดับความคิดเห็นในภาพรวมที่ระดับเห็นด้วยมาก

58263317 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Keyword : 4Ex2 Learning Management, Game Technique, Problem Solving Ability, Problem Solving Strategies

MISS THARINI CHUENBAN : THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS PROBLEM SOLVING USING 4EX2 INSTRUCTIONAL MODEL WITH GAMES TECHNIQUE FOR SIXTH GRADE STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR SARANYA CHANCHUSAKUN, Ph.D.

The objectives of this research were 1) to compare grade 6 students' mathematical problems solving ability before and after taking the integrated method of 4Ex2 learning management and game technique, 2) to study the strategies for solving mathematical problems of grade 6 students, and 3) to study grade 6 students satisfaction with the integrated method of 4Ex2 learning management and game technique. The sample of this study was 28 grade 6 students who have been studying at Ban Pong Krathing Bon School in Ban Kha District, Ratchaburi Province in semester 1, academic year 2018. A simple random sampling was used to select the sample. The research instruments were the plan for the integrated method of 4Ex2 learning management and game technique, mathematical problems solving ability test and scoring criteria, observation note for mathematical problem solving strategies, and student satisfaction assessment scale. Data were analyzed using mean (M), standard deviation (SD), and dependent t-test. The results indicated that 1) after taking the integrated method of 4Ex2 learning management and game technique, grade 6 students' mathematical problems solving was higher than before with a statistical significance level of .05, 2) the most commonly used mathematical problem solving strategies were equation writing, work reversing, diagram writing and answer guessing and answer checking, respectively, and 3) grade 6 students' satisfaction with the integrated method of 4Ex2 learning management and game technique was at a high level.

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ประธานสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โปธิ์เงิน ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล รองศาสตราจารย์ ดร.อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินทร์ ลัดดาภิรมย์ บัญชีเชิดชู รวมถึงครูอาจารย์ที่คอยอบรมสั่งสอน ขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนร่วมรุ่นทุกท่านที่คอยให้กำลังใจเสมอมา



ธาริณี ชื่นบาน

สารบัญ

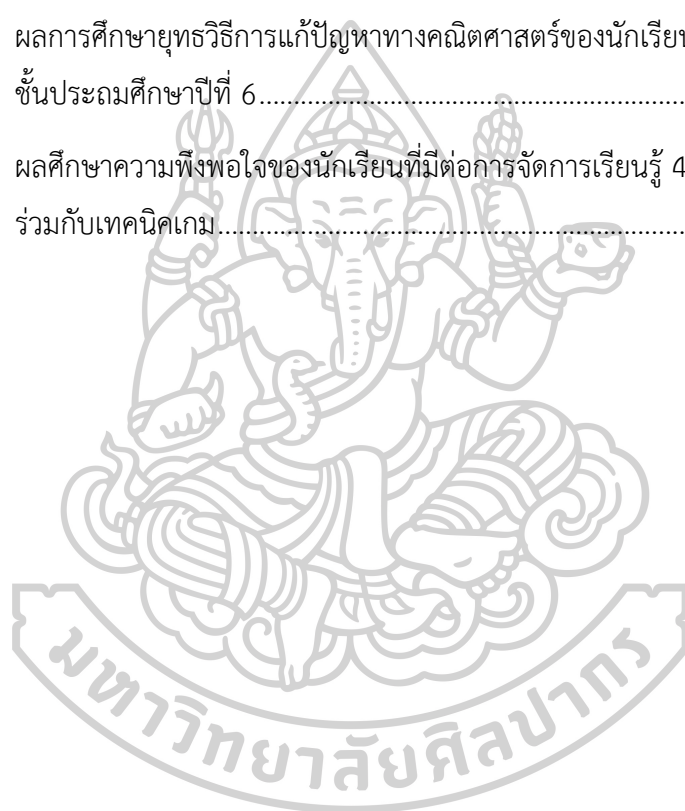
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	10
1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
1.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน.....	16
2. การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา.....	22
2.1 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์.....	22

2.2	จิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์.....	26
2.3	หลักการและวิธีการสอนคณิตศาสตร์.....	30
2.4	ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์.....	35
2.5	การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์.....	38
3.	รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2.....	40
3.1	ความเป็นมาของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2.....	40
3.2	องค์ประกอบของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2.....	44
3.3	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2.....	47
3.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
4.	การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม.....	52
4.1	ความหมายของเกมคณิตศาสตร์.....	52
4.2	ประเภทของเกมคณิตศาสตร์.....	52
4.3	ความสำคัญของเกมคณิตศาสตร์.....	53
4.4	ขั้นตอนการสอนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์.....	54
4.5	ประโยชน์ของเกมคณิตศาสตร์.....	55
4.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56
5.	ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	58
5.1	ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	58
5.2	กระบวนการแก้ปัญหา.....	58
5.3	ยุทธวิธีแก้ปัญหา.....	61
5.4	การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	63
5.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	65
6.	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมและกรอบแนวคิดในการวิจัย.....	67
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	71

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	71
3.2 ตัวแปรในการวิจัย	72
3.3 แบบแผนการวิจัย	72
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	73
3.5 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	73
3.6 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	80
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล	81
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม	82
ตอนที่ 2 ผลการศึกษายุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ..	83
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาคความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับ เทคนิคเกม	84
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
สรุปผลการวิจัย	87
อภิปรายผล	88
ข้อเสนอแนะ	93
รายการอ้างอิง.....	94
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	101
ภาคผนวก ข ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	103
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	109
ประวัติผู้เขียน	147

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ผลการทดสอบรับชาติพื้นฐาน (O-NET).....	2
ตารางที่ 2	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม.....	83
ตารางที่ 3	ผลการศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	84
ตารางที่ 4	ผลศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม.....	85



สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	แสดงความเป็นมาของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2.....	43
ภาพที่ 2	รูปแบบการสอน 4Ex2.....	49
ภาพที่ 3	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการสอน 4Ex2	51
ภาพที่ 4	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม.....	68
ภาพที่ 5	กรอบแนวคิดในการวิจัยการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม.....	70
ภาพที่ 6	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม.....	75
ภาพที่ 7	ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน.....	77
ภาพที่ 8	ขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	78
ภาพที่ 9	ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม.....	80

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมนุษย์ทุกคนต้องเผชิญกับปัญหามากมาย ไม่ว่าจะเป็นปัญหาในการเรียน ปัญหาในการทำงานต่าง ๆ ปัญหาเหล่านี้มีทั้งปัญหาที่ไม่ซับซ้อน และปัญหาที่ต้องอาศัยความสามารถในการแก้ปัญหาหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากที่ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ กระบวนการ หรือเทคนิคต่าง ๆ มาช่วยแก้ไขปัญหา ถ้ามนุษย์มีความรู้หรือทักษะกระบวนการเพียงพอ ก็จะสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ คณิตศาสตร์ก็เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และเป็นเครื่องมือหนึ่งในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ สิ่งที่เกิดในชีวิตประจำวันที่เรากระทำอยู่เป็นประจำ คือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นปัญหาเหล่านี้ ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ กระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหา มียุทธวิธีการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการปัญหา ซึ่งถ้าเรามีความรู้ที่เพียงพอเข้าใจขั้นตอนการปัญหาที่เหมาะสม เราก็จะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ (วิมลรัตน์ ศรีสุข, 2553: 74-75; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555: 6)

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical problem solving) เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องจัดการการเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาทักษะให้เกิดขึ้นในตัวปัจเจกบุคคล เนื่องจากการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวทางการคิดที่หลากหลายมากขึ้น มีนิสัยกระตือรือร้น มีความพยายาม และความมั่นใจในการเผชิญกับปัญหา ทั้งแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนต่อยอดเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ต่อไป (สสวท, 2555: 6) สอดคล้องกับ ภัทรา สุวรรณบัตร (2552: 66) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น ช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกายจิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

ด้วยความสำคัญของการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์จึงได้กำหนดสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร
การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในหลักสูตรแกนกลาง
ดังกล่าวได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ในมาตรฐาน ค 6.1
คือมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ
การนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551: 2-3)

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์
เป็นทักษะที่จำเป็นในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน แต่อย่างไรก็ตาม
ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ได้สอดแทรกเข้าไป
ในทุกเนื้อหาสาระแต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งสะท้อนได้จาก ผลการทดสอบระดับชาติ
ขั้นพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา
2556 - 2560 พบว่า คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ทั้งระดับประเทศ ระดับจังหวัด ระดับสังกัดและ
ระดับเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาเครือข่ายที่ 9 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
ราชบุรี เขต 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 และยังพบว่าระดับเครือข่ายมีคะแนนต่ำกว่าระดับจังหวัด
เมื่อพิจารณาคะแนนแล้วพบว่ายังอยู่ในระดับไม่น่าพอใจซึ่งจะเห็นได้ดังตาราง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)

ปีการศึกษา	ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)			
	ประเทศ	ระดับสังกัด	ระดับจังหวัด	ระดับเครือข่ายพัฒนา คุณภาพการศึกษา เครือข่ายที่ 9 สพ.รบ 1
2556	41.95	39.87	43.65	37.54
2557	38.06	36.77	39.02	37.08
2558	43.47	41.76	45.50	41.58
2559	40.47	38.76	42.53	41.09
2560	37.12	35.55	38.59	37.26

อย่างไรก็ดีผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ศึกษานิเทศก์และครูผู้สอนในเครือข่ายพัฒนาคุณภาพ การศึกษาเครือข่ายที่ 9 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 กับสภาพปัญหา ดังกล่าว พบว่าการที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีสาเหตุมาจากทั้ง นักเรียน หลักสูตร ครูและสาเหตุอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่สาเหตุที่สำคัญที่สุดคือด้านตัวนักเรียนพบว่า นักเรียนขาดทักษะ กระบวนการแก้ปัญหาจึงทำให้ไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา ตีความโจทย์ไม่ได้ ขาดทักษะในการคำนวณ และขาดความรู้พื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องใหม่ ประกอบทั้งการเรียนการสอนมุ่งเน้นเนื้อหาเป็นหลัก ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก ทำให้การสอนไม่บรรลุ จุดประสงค์ในการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญ เพราะสามารถทำให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการพัฒนา การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญไม่อาจมองข้าม ผลการสัมภาษณ์ดังกล่าวสอดคล้องกับ รุ่งอรุณ ลีชะวณิช (2556: 5) ที่กล่าวว่า การสอนให้นักเรียนในวัยประถมศึกษา มีความเข้าใจเกี่ยวกับ ความคิดรวบยอดและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นเป็นสิ่งสำคัญ และที่สำคัญยิ่งคือ วิธีการสอน ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องคิดหาวิธีการสอนว่าจะสอนอย่างไรให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่มีธรรมชาติเป็นสาระที่ยาก นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่อนข้างต่ำ หากนักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ก็ย่อมจะมีความตั้งใจเรียนมากขึ้น

จากการศึกษาวิธีการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่พบว่า เป็นวิธีการสอน โดยทั่วไป มีวิธีการสอนที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาแต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร วิธีการสอน ต่าง ๆ ยังไม่มีรูปแบบใด ที่ให้ความสำคัญกับการประเมินผลระหว่างเรียนและการสะท้อนอภิปัญญา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในระหว่างการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างไรก็ตามการศึกษาพบว่า Marshall (2008: 2) ได้พัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสำหรับ การสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีฐานแนวคิดจากรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผสมผสาน การสะท้อนอภิปัญญาและการประเมินผลระหว่างเรียนจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตลอดกระบวนการเรียนรู้ ครูสามารถตรวจสอบกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ตลอดเวลาทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ประกอบด้วย 4 ชั้น คือ 1) ชั้นสร้างความสนใจ (Engage) 2) ชั้นสำรวจ (Explore) 3) ชั้นอธิบาย (Explain) และ 4) ชั้นขยาย ความรู้ (Extend) จากการศึกษาวิจัยพบว่ามีผู้นำเอารูปแบบการสอนนี้มาใช้ในการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา คืองานวิจัยของ สิริรัศม์ ผลขวัญโชติกา (2554) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ที่มีต่อมโนทัศน์และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ ชลกานต์ ชมพู (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ที่มีต่อมโนทัศน์

ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยทั้งสองเรื่องพบว่าสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ แต่จากการศึกษา ยังไม่มีการศึกษาวิจัยเพื่อนำรูปแบบการสอนดังกล่าวมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ในบริบทของระดับชั้นประถมศึกษา ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้สนใจนำเอารูปแบบการเรียนการสอนนี้ มาใช้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา

นอกจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแล้ว การจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในระดับ ประถมศึกษาควรออกแบบกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียน การจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้เกมก็เป็นเทคนิคหนึ่งที่เป็นการจัดกิจกรรมที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่ส่งเสริมให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ซึ่งเกมถือว่าเป็นเครื่องมือ ในการจูงใจให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจมากขึ้น การเล่นเกมประกอบ การเรียนการสอนในระดับชั้นประถมศึกษาเพราะระดับชั้นนี้จะต้องอาศัยความสนุกสนานเพลิดเพลิน นำไปสู่ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มากขึ้นดังที่ รุ่งอรุณ ลีชะวณิช (2556: 9) ได้กล่าวว่า การบังคับ นักเรียนให้เรียนจากบทเรียนหรือแบบฝึกหัดเป็นสิ่งที่ทำลายความต้องการที่แท้จริงและไม่สัมพันธ์ กับธรรมชาติของเด็ก ดังนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นเพื่อให้เด็กเกิดความพร้อมทาง คณิตศาสตร์ที่เด็กส่วนใหญ่ชอบคือ เกม เพราะเด็กได้รับความสนุกสนานและความตื่นเต้นควบคู่ไป กับการเรียนเนื้อหาทำให้ชอบคณิตศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น ทฤษฎี ที่นำมาใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ การเล่นเกมเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ลงมือทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้ได้ดีสอดคล้องกับ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์หรือ คอนสตรัคติวิซึม ของ Piaget ที่กล่าวว่า บุคคลเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่แล้ว ความสนใจและแรงจูงใจภายใน พื้นฐาน โดยที่ความขัดแย้งทางปัญญาซึ่งเกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรองซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างทางปัญญา ใหม่ ที่ได้รับการตรวจสอบทั้งตนเองและผู้อื่น ว่าสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างนั้น และใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่อื่น ๆ จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม มีผู้นำวิธีการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา เช่นงานวิจัยของ เตือนใจ ครองญาติ (2556) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวกการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่านักเรียน มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ในขณะที่ พิมพ์พร ไชยฤกษ์ (2551) ได้ทำการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกมคณิตศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมกลุ่มย่อย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ร่วมกับ กิจกรรมกลุ่มย่อยมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่เรียนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์

ร่วมกับกิจกรรมกลุ่มย่อยมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ในทำนองเดียวกัน อุษณีย์ บุญเรืองนาม (2555) ได้พัฒนาเกมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมาก

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มาใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รูปแบบการสอนนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นการสอนคณิตศาสตร์ ประกอบกับการใช้เทคนิคเกมจะช่วยให้บรรยากาศการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น นักเรียนได้ฝึกการใช้อภิปัญญา การที่นักเรียนได้ใช้อภิปัญญา ก็จะเป็นการฝึกให้เด็กรู้จักการวางแผน ดำเนินตามแผน หรือทบทวนถึงข้อดีหรือข้อจำกัดเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผ่านมาและครุมีการประเมินระหว่างเรียน จะทำให้รู้ถึงพัฒนาการของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้นี้จะให้นักเรียนมีวิธีการใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหามathematics นั้นเมื่อนักเรียนมีการวางแผนหรือเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง จะทำการสอนประสบความสำเร็จมากขึ้น

คำถามการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม สูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมหรือไม่
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เลือกใช้ยุทธวิธีการใดในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม อยู่ในระดับใด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม
2. เพื่อศึกษายุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนเลือกใช้ยุทธวิธีการเขียนสมการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากที่สุด
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม อยู่ในระดับมาก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษา เครือข่ายที่ 9 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 จำนวน 18 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน มีทั้งหมด 18 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 329 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ปีการศึกษา 2561 จำนวน 28 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. ตัวแปรในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ยุทธวิธีแก้ปัญหา

2.2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาที่มีประยุกต์ใช้ในทุกหน่วยการเรียนรู้ แต่จากผลการทดสอบพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวต่ำประกอบด้วย สมการและการแก้สมการ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงได้เลือกเนื้อหาดังกล่าวมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

4. ระยะเวลาในการวิจัย

กำหนดระยะเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้คำศัพท์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงขอกำหนดความหมายของคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. เกมคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่มีเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสมการและการแก้สมการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะนำไปประกอบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2

2. การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม หมายถึง เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่นำเกมคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในกระบวนการสอนเพื่อมุ่งให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาโดยผู้สอนสร้างความสนใจผู้เรียนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้ในการสร้างความสนใจ เพื่อให้ นักเรียนได้แสวงหาวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้น คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์บอกชื่อเกมและจุดประสงค์ของเกม 2) ขั้นสำรวจ (Explore) ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นหารายละเอียดและหาเหตุผล หาวิธีในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในเกมคณิตศาสตร์พร้อมทั้งลงมือแก้ปัญหาในเกมคณิตศาสตร์ 3) ขั้นอธิบาย (Explain) ครูเฉลยเกมคณิตศาสตร์พร้อมทั้งแนะนำยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเพิ่มเติมและ 4) ขั้นขยายความรู้ (Extend) ครูนำเสนอปัญหาใหม่เพื่อให้นักเรียนนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งทั้ง 4 ขั้นตอนนักเรียนจะต้องมีการสะท้อนผลอภิปรายและการประเมินระหว่างเรียนทุกขั้นตอน

3. ยุทธวิธีแก้ปัญหา หมายถึง วิธีการที่นักเรียนเลือกมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูกำหนดขึ้นในเกมคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหามีทั้งหมด 4 วิธี คือ วิธีการแก้ปัญหาโดยการแก้สมการ การทำงานแบบย้อนกลับ การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ และวิธีการเขียนภาพ ครูมีการประเมินยุทธวิธีแก้ปัญหาโดยการสังเกตในระหว่างการเล่นเกมของนักเรียน

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนใช้กระบวนการต่าง ๆ โดยนำความรู้ความคิดจากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ของปัญหามากำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูมอบให้ โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

5. ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

6. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แนวทางในการจัดการเรียนการสอน 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมซึ่งจะเป็นประโยชน์กับครูผู้สอนคณิตศาสตร์และศึกษานิเทศก์ในการนำเอารูปแบบการสอนไปประยุกต์ไปใช้หรือแนะนำให้ผู้เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นต่อไป
2. ได้เกมคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาที่เน้นให้นักเรียนเกิดความสุขสนานซึ่งเป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

2.1 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

2.2 จิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์

2.3 หลักการและวิธีการสอนคณิตศาสตร์

2.4 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

2.5 การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์

3. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

3.1 ความเป็นมาของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม

4.1 ความหมายของเกมคณิตศาสตร์

4.2 ประเภทของเกมคณิตศาสตร์

4.3 ความสำคัญของเกมคณิตศาสตร์

4.4 ขั้นตอนการสอนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์

4.5 ประโยชน์ของเกมคณิตศาสตร์

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 5.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 5.2 กระบวนการแก้ปัญหา
- 5.3 ยุทธวิธีแก้ปัญหา
- 5.4 การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4E2 ร่วมกับเทคนิคเกมและกรอบแนวคิดในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน บ้านโป่งกระติงบน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรจัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่นและสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 2) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

3) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

4) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

5) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6) เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2) มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3) มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4) มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5) มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร คือความสามารถในการรับและส่งสาร ซึ่งมีวัฒนธรรมที่ใช้ภาษาเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของแต่ละบุคคลเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารรวมถึงประสบการณ์จำเป็นต่อการพัฒนาตนเองและสังคมโดยรวม รวมไปถึงการเจรจาต่อรองเพื่อหาทางแก้ปัญหาคความขัดแย้ง ทั้งนี้การเลือกรับข้อมูลข่าวสารนั้นต้องอิงด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง รวมถึงวิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลที่ตามมา

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญต่อการสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ และช่วยเสริมสร้างการตัดสินใจที่มีผลต่อตนเองและสังคม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการรับมือกับปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่กำลังเผชิญได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ ตระหนักรู้ถึงความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม และแสวงหาความรู้ นำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีความถูกต้อง โดยพิจารณาจากผลกระทบที่ตามมาในทุกแง่

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีความเข้าใจในเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านต่าง ๆ รวมไปถึงการรับมือกับปัญหาอย่างชาญฉลาด ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ใช้ชีวิตในฐานะพลเมืองร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ดังนี้

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) มีความซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7) รักความเป็นไทย
- 8) มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) ภาษาไทย
- 2) คณิตศาสตร์
- 3) วิทยาศาสตร์
- 4) สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
- 5) สุขศึกษาและพลศึกษา
- 6) ศิลปะ
- 7) การงานอาชีพและเทคโนโลยี
- 8) ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยม ที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญ ในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่า ต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อ การประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพ ภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

- 1) ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3)
- 2) ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาชุดความคิดในมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน รวมไปถึงวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างละเอียด รอบคอบ ช่วยให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา รวมไปถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตในหลาย ๆ แ่ง ทั้งการพัฒนาตัวเอง และความสามารถในการอยู่ในสังคมได้

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

พีชคณิต แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับและทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้

มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แผนผัง และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนานมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้

รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแห่งเปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแห่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน

โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน พุทธศักราช 2553 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และแนวปฏิบัติสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558 ได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อให้ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของสถานศึกษามีแนวปฏิบัติ ดังนี้

1) ระดับการศึกษา กำหนดหลักสูตรตามโครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามภารกิจหลักของการจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 6) และระดับมัธยมศึกษา (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3) เป็นการศึกษาภาคบังคับ

มุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์ และสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการ

2) สาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน พุทธศักราช 2553 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และแนวปฏิบัติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558 ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร ประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียน 8 กลุ่ม คือ

- 2.1 ภาษาไทย
- 2.2 คณิตศาสตร์
- 2.3 วิทยาศาสตร์
- 2.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
- 2.5 สุขศึกษาและพลศึกษา
- 2.6 ศิลปะ
- 2.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี
- 2.8 ภาษาอังกฤษ

คำอธิบายรายวิชา

ค 16101 คณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
เวลา 160 ชั่วโมง

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกทักษะการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้

จำนวนนับ หลักเลขและค่าประจำหลัก ค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก การเขียนในรูปกระจายการเรียงลำดับจำนวน การประมาณค่าใกล้เคียงเป็นจำนวนเต็มสิบ เต็มร้อย เต็มพัน เต็มหมื่น เต็มแสน เต็มล้าน จำนวนเฉพาะ การแยกตัวประกอบ ท.ร.ม. ค.ร.น.

เศษส่วน เศษส่วนที่เท่ากัน การเปรียบเทียบ และการเรียงลำดับเศษส่วน สมบัติการสลับที่ของการบวก สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการบวก สมบัติการสลับที่ของการคูณ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการคูณ

ทศนิยม การอ่าน และการเขียนทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง หลักเลข และค่าประจำหลัก ของตัวเลขในแต่ละหลัก การเขียนในรูปกระจาย การเปรียบเทียบ และการเรียงลำดับทศนิยม การเขียนทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งในรูปเศษส่วน และการเขียนเศษส่วน ที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบ ของ 10 , 100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยม ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ การประมาณค่าใกล้เคียงเป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง สองตำแหน่ง สมบัติการสลับที่ของการบวก สมบัติ การเปลี่ยนหมู่ของการบวก สมบัติการสลับที่ของการคูณ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการคูณ

การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วนและโจทย์ปัญหา การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับระคน การบวก การลบ การคูณ และการหารที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง โจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาระคน โจทย์ปัญหาการคูณ และการหาร (บัญญัติไตรยางค์) โจทย์ปัญหาร้อยละ

การหาความยาว ความยาวของเส้นรอบรูปวงกลม โจทย์ปัญหา และสถานการณ์

การหาพื้นที่ การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม การหาพื้นที่ของรูปวงกลม การคาดคะเนพื้นที่ ของรูปสี่เหลี่ยมเป็นตารางเมตร ตารางเซนติเมตร และตารางวา โจทย์ปัญหา และสถานการณ์

การหาปริมาตร การหาปริมาตรและ / หรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ทิศ แขนง ผัง แผนที่ การบอกชื่อ และทิศทางของทิศทั้งแปดทิศ มาตราส่วน การอ่านแผนที่ และแผนผัง การเขียนแผนผัง

รูปเรขาคณิตและสมบัติบางประการของรูปเรขาคณิต มุมที่มีขนาดเท่ากัน การแบ่งครึ่ง มุมโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงโดยใช้ไม้บรรทัด เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม การสร้างรูปสี่เหลี่ยม ส่วนประกอบของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด รูปคลี่ สมบัติของเส้นขนาน การพิจารณาเส้นขนานโดยอาศัยสมบัติของเส้นขนาน

สมการและการแก้สมการ สมการที่มีตัวไม่ทราบค่า 1 ตัว สมการที่เป็นจริง สมการที่เป็นเท็จคำตอบของสมการ การแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่า 1 ตัว โจทย์ปัญหา

สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น การอ่าน และการเขียนแผนภูมิเปรียบเทียบ การอ่าน และการเขียนกราฟเส้น การอ่านแผนภูมิวงกลม การเก็บรวบรวมข้อมูล ความหมาย และการนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้น ไม่เกิดขึ้นแน่นอนโดยใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รู้จักใช้วิธีการที่หลากหลายในการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เห็นคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีวิจารณญาณและมีความเชื่อมั่นในตนเอง

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

ค 16101 คณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เวลา 160 ชั่วโมง

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
1	จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนนับ - ค่าประจำหลักและค่าของตัวเลขตามค่าประจำหลัก - การเขียนในรูปกระจาย - การเรียงลำดับจำนวน - การประมาณค่าใกล้เคียงเป็น - จำนวนเต็มการบวก การลบ การคูณ และการหาร จำนวนนับ และโจทย์ปัญหา - การบวก ลบ คูณ หารระคน และโจทย์ปัญหา - สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ และสมบัติการแจกแจงการสร้างโจทย์และโจทย์ปัญหา	ค1.2 ป.6/2 ค1.3 ป.6/1 ค1.4 ป.6/1 ค4.1 ป.6/1 ค6.1 ป.6/1 ป.6/2 ป.6/3	18
2	สมการและการแก้สมการ - สมการที่เป็นจริงและสมการที่เป็นเท็จ - สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว - การแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว - การเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่า - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ	ค4.2 ป.6/1 ค6.1 ป.6/1 ป.6/2 ป.6/3 ป.6/4	15
3	ตัวประกอบของจำนวนนับ - การหาตัวประกอบ - การแยกตัวประกอบ - ตัวหารร่วมมาก (ห.ร.ม.) - ตัวคูณร่วมน้อย (ค.ร.น.) โจทย์ปัญหา	ค1.4 ป.6/2 ค6.1 ป.6/1 ป.6/4	17
4	มุมและส่วนของเส้นตรง - มุมที่มีขนาดเท่ากัน - การแบ่งครึ่งมุมโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ - การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงโดยใช้ไม้บรรทัด	ค3.1 ป.6/1 ค6.1 ป.6/3	6

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
	<ul style="list-style-type: none"> - เส้นทแยงมุมและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ - การสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ 		
5	เส้นขนาน <ul style="list-style-type: none"> - เส้นขนานและมุมแย้ง - เส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด - การพิจารณาเส้นขนาน 	ค3.1 ป.6/3 ค6.1 ป.6/3 ป.6/4	5
6	ทศและแผนผัง <ul style="list-style-type: none"> - การบอกชื่อทศ และทิศทางของทศทั้งแปด - การอ่านแผนที่ แผนผัง ที่มีทศและมาตราส่วนกำกับ - การเขียนแผนผังแสดงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ - การเขียนแผนผังแสดงเส้นทางโดยใช้มาตราส่วน 	ค2.1 ป.6/1 ค2.2 ป.6/3 ค6.1 ป.6/2 ป.6/4 ป.6/5	8
7	เศษส่วน <ul style="list-style-type: none"> - เศษส่วนที่เท่ากัน - การเปรียบเทียบและการเรียงลำดับเศษส่วน - การบวก การลบเศษส่วนและโจทย์ปัญหา - การคูณ การหารเศษส่วนและโจทย์ปัญหา - การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนระคน 	ค1.1 ป.6/2 ค1.1 ป.6/3 ค1.2 ป.6/2 ค6.1 ป.6/1 ค6.1 ป.6/1 ป.6/2 ป.6/3	20
8	ทศนิยม <ul style="list-style-type: none"> - การอ่านและการเขียนทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง - ค่าประจำหลักและการเขียนทศนิยมในรูปกระจาย - การเปรียบเทียบและการเรียงลำดับทศนิยม - การเขียนทศนิยมให้อยู่ในรูปเศษส่วนและเขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยม - การประมาณค่าใกล้เคียงเป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่งสองตำแหน่ง 	ค1.1 ป.6/2 ป.6/3 ค1.2 ป.6/1 ป.6/2 ค1.3 ป.6/2 ค6.1 ป.6/1 ป.6/2 ป.6/3 ป.6/4 ป.6/5	20

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
	<ul style="list-style-type: none"> - การบวกและการลบทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งและโจทย์ปัญหา - การคูณและการหารทศนิยมที่ผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งและโจทย์ปัญหา - การบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคนที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งและโจทย์ปัญหา 		
10	รูปสี่เหลี่ยม <ul style="list-style-type: none"> - ความยาวเส้นรอบรูปสี่เหลี่ยม - การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม - การหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมโดยแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมและ/หรือรูปสี่เหลี่ยม 	ค2.1 ป.6/3 ค2.2 ป.6/1 ค3.1 ป.6/2 ค6.1 ป.6/1 ป.6/2 ป.6/3 ป.6/4	12
11	รูปวงกลม <ul style="list-style-type: none"> - ความยาวเส้นรอบรูปวงกลม - การหาพื้นที่รูปวงกลม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปวงกลม - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่รูปวงกลม 	ค2.1 ป.6/3 ค2.2 ป.6/1 ค3.2 ป.6/1 ค6.1 ป.6/1 ป.6/2 ป.6/3	7
12	บทประยุกต์ <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร (บัญญัติไตรยางค์) - การหาร้อยละและโจทย์ปัญหาร้อยละ - การซื้อขาย - โจทย์ปัญหาร้อยละกับกำไร-ขาดทุน - โจทย์ปัญหาร้อยละกับการลดราคา - ดอกเบี้ย 	ค1.2 ป.6/2 ค6.1 ป.6/1 ป.6/2 ป.6/3 ป.6/4 ป.6/5	16
13	รูปเรขาคณิตสามมิติ และ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก <ul style="list-style-type: none"> - รูปเรขาคณิตสามมิติ - การประดิษฐ์รูปเรขาคณิตจากรูปคลี่ 	ค3.1 ป.6/1 ค3.2 ป.6/1 ค6.1 ป.6/5 ป.6/6	8

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
	- รูปเรขาคณิตสองมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติ		
14	สถิติ และ ความน่าจะเป็น - การเก็บรวบรวมข้อมูล - การเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ - การเขียนกราฟแท่ง - ความน่าจะเป็น	ค5.1 ป.6/1 ค5.1 ป.6/2 ค5.2 ป.6/1 ค6.1 ป.6/3	8

จากการศึกษาโครงสร้างรายวิชา ในการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ เรื่อง สมการและการแก้สมการ เป็นเนื้อหาที่นำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาที่มีประยุกต์ใช้ในทุกหน่วยการเรียนรู้ แต่จากการสัมภาษณ์ พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวต่ำ ประกอบกับสมการและการแก้สมการ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยได้สนใจทำ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง ประกอบด้วยการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว การเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่า โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ

2. การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาในประเด็นเกี่ยวกับ ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ จิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์ วิธีการสอนคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์และผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า มีทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 10 ทฤษฎี มีรายละเอียดดังนี้ (วรณีย์ โสมประยูร, 2553: 12-15; รุ่งอรุณ ลีชะวนิชย์, 2556: 6-7; ทิศนา แคมมณี, 2559: 45-50; อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร, 2559: 14-26)

2.1.1 ทฤษฎีฝึกสมอง (Mentel discipline) ของเพลโต และจอห์น ลอค (Plato and John lock) มีความเชื่อว่า การพัฒนาสมองควรเริ่มจากการทำให้นักเรียนเข้าใจและฝึกฝนมาก ๆ จนเกิดทักษะ เพื่อนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้และถ้อยไปโดยอัตโนมัติ ซึ่งนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีโดยการฝึกกระทำสิ่งนั้นหลาย ๆ ครั้ง อย่างไรก็ตามการสอนจึงเน้นการฝึกฝนทำแบบฝึกหัดมาก ๆ

โดยครูให้ตัวอย่าง บอกสูตรและกฎเกณฑ์จึงทำให้ทฤษฎีนี้มีชื่อเสียง คือ นักเรียนต้องจดจำท่อง กฎสูตร เป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียน ซึ่งนักเรียนไม่อาจจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วได้ทั้งหมด ขาดความเข้าใจในสิ่งที่จะเรียน จะทำให้เกิดความลำบาก สับสนในการคิด คำนวณ แก้ปัญหา และอาจลืมสิ่งที่เรียนได้ง่าย วิธีสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีฝึกสมอง เช่น วิธีสอนแบบสาธิต เป็นการสอนที่ดำเนินการโดยครูมีบทบาทในการกำหนดปัญหาและแสดงวิธีการหาคำตอบ นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติตาม ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังนี้คือ ครูบอกความคิดรวบยอด เสนอตัวอย่างให้นักเรียนดูหลาย ๆ ตัวอย่าง หรืออาจจะเสนอตัวอย่างให้นักเรียนดูหลาย ๆ ตัวอย่างแล้วบอกความคิดรวบยอดสลับกันก็ได้ จากนั้นให้นักเรียนฝึกปฏิบัติโดยแสดงวิธีแก้โจทย์ที่มีความคิดรวบยอดตามที่เรียนไป โดยเรียนรู้จากแนวคิดที่ครูแสดงให้เห็น วิธีการสอนที่สอดคล้องตามทฤษฎีฝึกสมองอีกวิธีหนึ่งคือวิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาตามแนวของโพลยา (Polya) ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการแก้โจทย์ปัญหา มีขั้นตอนการสอนดังนี้ ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยครูตั้งคำถามนำเพื่อให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ข้อนั้น ๆ อย่างถูกต้อง จากนั้นก็เข้าสู่การวางแผนในการแก้ปัญหาร่วมกันวางแผนเพื่อแก้โจทย์ปัญหาแล้วปฏิบัติตามแผน โดยให้นักเรียนลงมือคำนวณตามแนวทางที่ได้วางแผนในการแก้โจทย์ไว้ และขั้นสุดท้าย ขั้นการตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นการตรวจสอบความถูกต้องจากการคิดคำนวณ การลงความเห็นหรือสรุปเป็นหลักการของการคำนวณ

2.1.2 ทฤษฎีเชื่อมโยงต่อสถานการณ์ตอบสนอง(Connectionism) ของธอมไดร์ค (Thomdike) เป็นการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองของผู้เรียนแต่ละชั้นอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยกฎการเรียนรู้ 3 กฎ คือ (1) กฎการฝึกฝนหรือการกระทำซ้ำ (The law of exercise or repetition) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าบ่อยครั้งเท่าไรสิ่งนั้นย่อมอยู่คงนานเท่านั้น และหากไม่ได้ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ความสามารถนั้นจะลดลง (2) กฎแห่งผล (The law effect) หรือกฎแห่งความพึงพอใจ และความเจ็บปวดการตอบสนองมากขึ้น หากมีความพอใจตามมา และความสามารถจะลดลงเมื่อเกิดความไม่พอใจ (3) กฎแห่งความพร้อม (The law of readiness) กระแสประสาทที่มีความพร้อมที่จะกระทำเช่นนั้นจะทำให้เกิดความพอใจ แต่ถ้าไม่พร้อมที่จะกระทำย่อมทำให้เกิดความรำคาญ

2.1.3 ทฤษฎีเชื่อมโยงจิตสำนึก (Apperception) ของแฮบบาร์ต (Herbart) เป็นทฤษฎีเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการเรียนรู้ที่เร้าความสนใจ และสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนก่อนด้วยกิจกรรมที่ใช้รูปธรรม ที่เป็นสื่อการสอนหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นกระบวนการเชื่อมโยงในความคิดที่เก็บสะสมไว้ ครูอาจใช้วิธีสอนโดยการให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเองภายใต้คำแนะนำ โดยที่ครูตั้งปัญหาแล้วนักเรียนแสวงหาวิธีการเพื่อหาคำตอบของปัญหาภายใต้คำแนะนำของครู วิธีสอนแบบนี้ ครูจัดเตรียมสภาพการณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ไว้ให้พร้อมเพื่อให้นักเรียนเห็นทางแก้ปัญหาค้นพบด้วยตนเอง เรียกว่าการคิดแบบอุปนัย ซึ่งเป็นการหาคำตอบหรือหาข้อสรุปจากส่วนย่อย ๆ ขั้นตอนการสอนจะต้องมีการเสนอปัญหา โดยการกำหนดขอบเขตของปัญหาว่าเรื่องที่ต้องการจะศึกษาคืออะไร

แล้วดำเนินการหาลักษณะร่วมของข้อมูลในขณะนั้น ครูมีบทบาทเป็นผู้คอยช่วยเหลือแนะนำให้นักเรียนหาลักษณะร่วมของข้อมูล ก่อนการยอมรับลักษณะร่วมใด ๆ ควรต้องมีการตรวจสอบลักษณะร่วมนั้นด้วยว่าสามารถนำไปใช้อธิบายเรื่องอื่นในลักษณะเดียวกันได้หรือไม่ ถ้าใช้ได้จึงยอมรับลักษณะร่วมนั้น ถ้าใช้ไม่ได้ต้องหาลักษณะร่วมใหม่ การค้นพบด้วยตนเอง ภายใต้คำแนะนำของครู เป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยครูพยายามตั้งโจทย์ปัญหาที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน พร้อมทั้งจัดประสบการณ์เพื่อเอื้อให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบการให้คำแนะนำช่วยเหลือมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน วิธีสอนแบบนี้เหมาะสมมากในการสอนให้เกิดความคิดรวบยอดหรือเข้าใจหลักการ

2.1.4 ทฤษฎีเสริมแรง (Operant conditioning) ของสกินเนอร์ (Skinner) การเรียนรู้จะแบ่งจุดประสงค์การเรียนออกเป็นส่วนย่อย ๆ มากมาย ซึ่งแต่ละส่วนจะถูกเสริมแรงเป็นส่วน ๆ ไป และจะต้องกำหนดเวลาในการเสริมแรงให้เหมาะสม ครูอาจใช้วิธีสอนแบบอุปนัย เป็นการสอนให้นักเรียนเรียนรู้ส่วนย่อย หรือสอนจากตัวอย่างนำไปสรุปเป็นส่วนรวมอันเป็นหลักการต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้แสดงตัวอย่างของจริงที่เห็นแล้วให้นักเรียนสังเกต สรุป คิดค้นอย่างมีเหตุผลมีขั้นตอนการสอนดังนี้ ขั้นเตรียมความพร้อม โดยครูเป็นผู้ทบทวนความรู้เดิม จูงใจ ได้รับความสนใจ และอธิบายความมุ่งหมายให้นักเรียนเข้าใจ แล้วนำมาสู่ขั้นสอน เป็นการเสนอกรณี หรือตัวอย่างที่ต้องการสอนแก่นักเรียน จะต้องมียุทธวิธีให้มากพอที่จะสังเกตและสรุปได้จากตัวอย่าง จากนั้นมาถึงขั้นเปรียบเทียบและรวบรวม เป็นขั้นหาค่าประจักษ์จากตัวอย่างเพื่อเตรียมสรุปกฎเกณฑ์ สุดท้ายคือขั้นสรุป เป็นการสรุปกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการหรือสูตรด้วยตัวนักเรียน และขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นทดสอบความเข้าใจของนักเรียนให้เกิดการพัฒนา นำหลักการไปใช้แก้ปัญหา ทำแบบฝึกหัด

2.1.5 ทฤษฎีหลักการสรุปจากประสบการณ์ (Generalization experience) ของจัตต์ (Judd) เน้นการสรุปเรื่องจากประสบการณ์ที่ได้รับ เชื่อกันว่าการคิดคำนวณกับความเป็นจริงในสังคมของนักเรียนเป็นหัวใจของการเรียนการสอน นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี เมื่อนักเรียนได้เรียนสิ่งที่มีความหมายต่อตนเองและเป็นเรื่องที่นักเรียนได้พบปะในสังคมประจำวันของนักเรียน

2.1.6 ทฤษฎีการหยั่งรู้ (Insight through configuration of a perceived situation) เป็นทฤษฎีถ่ายทอดความรู้ของนักจิตวิทยา กลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt field psychologists) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ส่วนรวมหรือภาพรวมทั้งหมดมีความสำคัญมากกว่าส่วนย่อยรวมกัน โดยเน้นเรื่องการรับรู้และการเชื่อมโยงประสบการณ์เก่าเข้ากับประสบการณ์ใหม่ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ดี

2.1.7 ทฤษฎีผ่อนคลาย (Suggestopedia) เน้นเรื่องความสุข ครูอาจใช้วิธีสอนเพื่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการใช้ความคิด พิจารณา ตัดสินเรื่องราว ปัญหา ข้อเสนอต่าง ๆ อย่างรอบคอบและมีเหตุผล ครูจะเป็นผู้เสนอปัญหา และดูแลให้คำแนะนำ ในการทำกิจกรรมของนักเรียน มีขั้นตอน

การสอนดังนี้ ครูเป็นผู้เสนอปัญหาซึ่งเป็นคำถามที่เร้าให้นักเรียนเกิดความคิดเป็นปัญหาที่สอดคล้องกับบุคลิกภาพและประสบการณ์ของนักเรียน ช่วยให้อุบายการศึกษา นักเรียนตอบคำถามโดยให้คำตอบที่หลากหลาย จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด โดยอภิปรายร่วมกันหรือค้นคว้าจากแหล่งความรู้เท่าที่มีอยู่ แล้วคัดเลือกคำตอบที่ตรงกับประเด็นปัญหา โดยการวิเคราะห์ไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อตัดสินใจเลือกสรุปคำตอบที่เด่นชัดและเหมาะสมที่สุด

2.1.8 ทฤษฎีการสอนแบบธรรมชาติ (The natural approach) คือการนำเอาเรื่องราวของชีวิตจริงในชีวิตประจำวันมาเป็นสถานการณ์ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูอาจใช้วิธีสอน เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนเรียนรู้คุณลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง โดยสามารถระบุลักษณะเด่น ลักษณะรองของสิ่งนั้น ๆ ได้สามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ มีขั้นตอนการสอนดังนี้คือ ครูจัดสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการนำเสนอเหตุการณ์รายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ให้นักเรียนได้รับรู้สังเกต พิจารณาลักษณะเด่นของสิ่งนั้น ๆ แล้วให้นักเรียนระบุคุณลักษณะเด่นและลักษณะรองของสิ่งที่ได้สังเกตและหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่แตกต่างกันจากนั้นให้นักเรียนสรุปลักษณะสำคัญที่สังเกตได้ พร้อมทั้งให้ชื่อของสิ่งนั้น โดยมีครูเป็นผู้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและความเป็นไปได้ ความเหมาะสมของชื่อความคิดรวบยอดนั้นหลังจากนั้นครูกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้นำความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นไปใช้

2.1.9 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist approach) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้โดยเน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ และสร้างความรู้ด้วยตนเองว่า ความรู้คือ โครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive restructuring) ที่สร้างจากประสบการณ์และโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ โครงสร้างทางปัญญาที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะเป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ ๆ ต่อไปได้อีก การเรียนรู้แบบนี้จึงเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ที่เน้นความรู้เดิมให้เป็นพื้นฐานความรู้ใหม่ ตามปรัชญาคอนสตรัคติวิสต์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ดี ภายในตัวของผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง ครูอาจใช้วิธีสอนโดยการค้นพบด้วยตนเอง หมายถึง การที่นักเรียนคิดค้นวิธีในการหาคำตอบในสิ่งที่ตนอยากรับหรือตรวจสอบสมมุติฐานที่ตนคิดไว้ด้วยตนเอง ซึ่งนับว่าเป็นวิธีสอนที่เหมาะสมมาก ในกรณีที่ครูต้องการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ หรืออย่างสร้างสรรค์

2.1.10 ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple intelligences) คือความหลากหลายของสติปัญญาที่สามารถพัฒนาไปพร้อม ๆ กันได้ ไม่ได้มุ่งพัฒนาสติปัญญาด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว เพื่อจัดการเรียนสอนให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตและสังคม เพื่อสร้างเสริมศักยภาพของนักเรียนให้เจริญพัฒนาได้ถึงขีดสุดตามความสามารถ ซึ่งมีความแตกต่างกัน นักเรียนจะมีความสามารถหรือความเก่งเป็นพิเศษ ความถนัดและความสนใจเฉพาะตนที่น่าสนใจซึ่งการจัด

กระบวนการเรียนการสอน ควรได้รับการตอบสนองตามความต้องการของนักเรียนเพราะจะได้เสริมสร้างศักยภาพความเก่งของแต่ละบุคคลได้อย่างทั่วถึงและเป็นธรรมชาติ

จะเห็นได้ว่าการศึกษาทฤษฎีของการสอนคณิตศาสตร์นั้นครูจะต้องมีความเข้าใจตัวนักเรียน ความแตกต่างของบุคคลและจะต้องศึกษาทฤษฎีทางการฝึกสมอง ทฤษฎีเชื่อมโยงต่อสถานการณ์ การตอบสนอง ทฤษฎีเชื่อมโยงติดสำนึก ทฤษฎีเสริมแรงทฤษฎีการสอนตามธรรมชาติ ทฤษฎีปัญหา และทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนตลอดจนประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและพัฒนาศักยภาพของนักเรียน ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นครูควรมีความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนในแนวทางการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม และไม่เพียงแต่สอนให้นักเรียนได้มีโน้ตค้นไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้นแต่ต้องสอนให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองและกระตือรือร้นที่จะเรียนสามารถอยู่ในสังคมอย่างมีความสุขด้วย

2.2 จิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้นั้น นอกจากครูต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์แล้วครูต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าพบว่ามามีทั้งหมด 7 แนวคิดทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธคุณ, 2545: 2-9; วชิรี กาญจนเกียรติ, 2554: 10-12) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักเรียนย่อมมีความแตกต่างกันทางด้านสติปัญญา อารมณ์ จิตใจ และลักษณะนิสัย ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนครูจึงต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ โดยทั่วไปครูมักจะจัดชั้นเรียนคละกันไปโดยมิได้คำนึงถึงว่านักเรียนนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้ผลการสอนไม่เท่าที่ควร ในการจัดชั้นเรียนครูควรคำนึงถึงสิ่งดังต่อไปนี้

1) ความแตกต่างกันของนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพราะนักเรียนมีความแตกต่างกันทางด้านร่างกาย ความสามารถ บุคลิกภาพ ครูจะสอนให้เหมือนกันนั้นเป็นไปได้ ครูต้องศึกษาดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีปัญหาอย่างไร

2) ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของนักเรียน เช่น ครูอาจจะแบ่งนักเรียนออกตามความสามารถ ว่านักเรียนมีความเก่ง อ่อน ต่างอย่างไรเมื่อครูทราบแล้วก็จะได้อสอนให้นักเรียนสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนเหล่านั้น

2.2.2 จิตวิทยาในการเรียนรู้ (Psychology of Learning)

การสอนนักเรียนนั้นก็เพื่อจะให้เกิดการพัฒนาขึ้น ครูจะต้องเลือกอยู่เสมอจะต้องทำให้นักเรียนพัฒนาไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการอย่างไร นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ก็ต่อเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์หนึ่งเป็นครั้งแรกเขาก็มีความอยากรู้อยากเห็น และอยากจะทำซ้ำให้ได้ วิธีการคิดนั้นอาจจะเป็นการลองผิดลองถูกแต่เมื่อเขาได้รับประสบการณ์นั้นอีกครั้งหนึ่ง เขาจะสามารถตอบโต้แสดงว่าเขาเกิดการเรียนรู้

2) การถ่ายทอดการเรียนรู้

(1) นักเรียนจะได้รับการถ่ายทอดการเรียนรู้ ก็ต่อเมื่อเห็นสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันหลาย ๆ แบบ

(2) ครูควรจะฝึกนักเรียนให้รู้จักสังเกตรูปแบบของสิ่งที่คล้ายคลึงกันแล้วเขาก็สามารถสรุปว่าแบบนั้นเป็นอย่างไร

(3) รู้จักนำเรื่องที่เคยเรียนแล้วในอดีตมาเปรียบเทียบหรือใช้กับเรื่องที่จะต้องเรียนใหม่

(4) ควรให้นักเรียนได้เรียนอย่างประสบความสำเร็จเป็นเรื่อง ๆ เพราะถ้าเขาทำเรื่องใดเสร็จเขาก็จะสามารถถ่ายทอดไปยังเรื่องอื่นได้ ดังนั้นครูควรพยายามให้นักเรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเองจะทำให้เขาเข้าใจและจำได้นาน เมื่อเขาจำได้เขาก็จะนำไปใช้กับเรื่องอย่างอื่น ๆ ได้

(5) การถ่ายทอดการเรียนรู้จะสำเร็จผลมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนรู้ของครู ดังนั้น ครูจะต้องตระหนักอยู่เสมอว่าจะสอนอะไรและสอนอย่างไร การสอนเพื่อให้เกิดการถ่ายทอดการเรียนรู้ นั้น ครูจะยึดหลักการให้นักเรียนเกิด มโนมัตถ์ด้วยตนเองและนำไปสู่ข้อสรุปได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อสรุปนั้นไปใช้ ครูควรจะเน้นในขนาดที่สอนและแยกแยะให้เรียนถึงองค์ประกอบในเรื่องที่กำลังเรียน ครูควรฝึก นักเรียนให้รู้จักใช้หลักการจากเรื่องที่เรียนจบไปแล้วในสถานการณ์ที่มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันแต่ซับซ้อนยิ่งขึ้น ครูจะต้องใช้กลวิธีหลาย ๆ อย่างในการดำเนินการสอน

3) ธรรมชาติของการเกิดการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องรู้เรื่องดังต่อไปนี้

(1) จะต้องรู้จักจุดประสงค์ในการเรียนในบทเรียนแต่ละบทนั้นนักเรียนกำลังต้องการเรียนอะไร นักเรียนสามารถปฏิบัติหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างไร

(2) นักเรียนจะต้องรู้จักวิเคราะห์ข้อความในแต่ละลักษณะที่เป็นแบบเดียวกันหรือเปรียบเทียบการเพื่อนำไปสู่การค้นพบ

(3) นักเรียนจะต้องรู้จักสัมพันธ์ความคิด ครูผู้สอนจะต้องพยายามสอนให้นักเรียนรู้จักสัมพันธ์ความคิด เมื่อสอนเรื่องหนึ่งที่ควรพูดถึงเรื่องที่เกี่ยวข้องกันเช่นจากทบทวนเรื่องเส้นขนาน ครูต้องทบทวนครบทุกเรื่องที่เกี่ยวข้องและจะต้องดูให้เหมาะสมกับเวลา

(4) นักเรียนจะต้องเรียนด้วยความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้ นักเรียนบางคนจำสูตรได้แต่แก้ปัญหาไม่ได้ เรื่องนี้ครูควรจะต้องแก้ไข

(5) ครูต้องมีปฏิภาณ สมองไว รู้จักวิธีการที่จะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปในการสอนแต่ละเรื่องนั้น ครูจะได้สรุปบทเรียนทุกครั้ง

(6) นักเรียนควรจะเรียนรู้วิธีการว่าเรียนอย่างไร โดยเฉพาะการเรียนคณิตศาสตร์จะมาท่องจำเหมือนนกแก้วนกขุนทองไม่ได้

(7) ครูไม่ควรทำโทษนักเรียน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายยิ่งขึ้นควรจะเสริมกำลังใจให้นักเรียน

2.2.3 จิตวิทยาในการฝึก (Psychology of Drill) การฝึกนั้นเป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับนักเรียน แต่ถ้าให้ฝึกซ้ำ ๆ นักเรียนก็จะเกิดการเบื่อหน่าย ครูบางคนคิดว่าการให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์มาก ๆ จะทำให้นักเรียนทำได้คล่องและจำสูตรได้ แต่ในบางครั้งโจทย์แบบเดียวกันถ้าให้ทำหลาย ๆ ครั้งนักเรียนก็เบื่อหน่ายซึ่งครูจะต้องดูให้เหมาะสม การฝึกที่มีผลอาจจะพิจารณาดังนี้

1) การฝึกจะให้ได้ผลดีต้องเป็นรายบุคคล เพราะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2) ควรจะฝึกไปทีละเรื่อง เมื่อจบบทเรื่องหนึ่ง และเมื่อเรียนได้หลายบทก็ควรจะฝึกรวมยอดอีกครั้งหนึ่ง

3) ควรจะมีการตรวจแบบฝึกหัดแต่ละครั้งที่ให้นักเรียนทำเพื่อประเมินผลนักเรียนตลอดจนประเมินผลการสอนของครูด้วย เมื่อนักเรียนทำโจทย์ปัญหาไม่ได้ครูควรจะถามตนเองอยู่เสมอว่าเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะครูใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ไม่ดีก็ได้อย่าไปโทษนักเรียนฝ่ายเดียวจะต้องพิจารณาให้รอบครอบ

4) เลือกแบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับบทเรียน และให้แบบฝึกหัดพอเหมาะสมไม่มากเกินไป

5) แบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำนั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

6) แบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนควรจะฝึกหลาย ๆ ด้าน คำนึงถึงความยากง่ายของเรื่องใดควรจะเน้นก็อาจจะให้ทำหลาย ๆ ข้อ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและทำได้

7) พึงตระหนักอยู่เสมอว่าก่อนที่จะให้นักเรียนทำโจทย์นั้น นักเรียนเข้าใจในวิธีการทำโจทย์นั้น โดยถ่วงเท้อย่าปล่อยให้ให้นักเรียนทำโจทย์ตามตัวอย่างที่ครูสอนโดยไม่เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แต่ประการใด

8) พึงตระหนักอยู่เสมอว่าฝึกอย่างไรนักเรียนจึงจะคิดเป็น ไม่ใช่ติดตามการเรียนโดยการกระทำ (Learning by Doing) ทฤษฎีนี้กล่าวมานานแล้ว โดย จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ในการสอนคณิตศาสตร์นั้น ปัจจุบันก็มีการสื่อการเรียนการสอนรูปธรรมมาช่วยมากมาย

ครูจะต้องให้นักเรียนได้ลองกระทำ หรือปฏิบัติจริงแล้วจึงให้สรุปโน้มนำ ครูไม่ควรเป็นผู้บอกเพราะถ้า นักเรียนได้ค้นพบด้วยตัวของเขาเองแล้วเขาก็จะจดจำไปได้นานอย่างไรก็ตามเนื้อหาบางอย่างก็ไม่มีสื่อ การเรียนการสอนรูปธรรม ครูก็ต้องให้นักเรียน ผึกทำโจทย์ปัญหาด้วยตัวเขาเองจนเขาเข้าใจและ ทำได้

2.2.4 การเรียนเพื่อรู้ (Mastery Learning) เป็นการเรียนแบบรู้จริง ทำได้จริง นักเรียนนั้นเมื่อมาเรียนคณิตศาสตร์ บางคนก็ทำได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูกำหนดไว้ แต่บางคนก็ไม่สามารถทำได้ นักเรียนประเภทหลังนี้ควรจะได้รับ การสอนซ่อมเสริมให้เขาเกิดการเรียนรู้ เหมือนคนอื่น แต่อาจจะต้องเสียเวลา ใช้เวลามากกว่าคนอื่นในการที่จะเรียนเนื้อหาเดียวกัน ครูผู้สอน จะต้องพิจารณาว่าทำอะไรจึงสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ ให้ทุกคนได้เรียนรู้จนครบ จุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้และสำเร็จตามความประสงค์เขาก็ จะเกิดความพอใจมีกำลังใจและเกิดแรงจูงใจที่อยากจะเรียนต่อไป

2.2.5 ความพร้อม (Readiness) เรื่องนี้เป็นเรื่องที่สำคัญเพราะถ้านักเรียนไม่มี ความพร้อมเขาก็ไม่สามารถที่จะเรียนต่อไปได้ ครูต้องสำรวจความพร้อมของนักเรียนก่อน นักเรียนที่มี วยแตกต่างกันความพร้อมย่อมต่างกัน ในการสอนคณิตศาสตร์ครูถึงต้องตรวจสอบความพร้อมของ นักเรียนอยู่เสมอ ครูจึงต้องพิจารณาความรู้พื้นฐานของนักเรียนว่าพร้อมที่จะเรียนบทต่อไปหรือไม่ ถ้านักเรียนยังไม่พร้อมครูจะต้องทบทวนความรู้พื้นฐานเสียก่อนเพื่อให้ใช้ความรู้พื้นฐานนั้นอ้างอิง ต่อไปได้ทันที การที่นักเรียนมีความพร้อมก็จะทำให้นักเรียนเรียนได้ดี

2.2.6 การเสริมกำลังใจ (Reinforcement) เป็นเรื่องที่สำคัญในการสอนเพราะคน เหล่านั้นเมื่อทราบว่าคุณสมบัติที่แสดงออกเป็นที่ยอมรับยอมรับทำให้เกิดกำลังใจการที่ครูชมนักเรียน ในโอกาสอันเหมาะสม เช่น กล่าวชมว่า ดีมาก ดีและเก่ง หรือการยิ้ม พยักหน้า เป็นการสร้างกำลังใจ ให้นักเรียนเป็นอย่างมาก ข้อสำคัญอย่าพร่ำเพรื่อ จนหมดความหมายไป ในเรื่องการเสริมกำลังใจนั้น ก็มีทั้งทางบวกและลบ การเสริมกำลังใจทางบวก ได้แก่ การชมเชยการให้รางวัล ซึ่งครูจะต้องดูแล ให้เหมาะสมให้นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจในการชมเชยนั้น แต่การเสริมกำลังใจทางลบ เช่น การทำโทษนั้น ควรจะพิจารณาให้ดี หากไม่จำเป็นควรหลีกเลี่ยงครูควรจะหาวิธีการที่ปลูกเร้าปลอบใจด้วยการให้ กำลังใจวิธีการต่าง ๆ เพราะธรรมชาติของนักเรียนก็ต้องการยกย่องอยู่แล้ว

2.2.7 การเรียนโดยการกระทำ (Learning by doing) เป็นจิตวิทยาที่ครูจะต้องให้ นักเรียนได้ลงมือทำหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้นักเรียนได้สรุปความรู้ด้วยตนเอง โดยที่ครู ไม่ควรบอก เพราะถ้านักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตัวเองแล้วนักเรียนจะจดจำไปได้นาน ซึ่งวิธีนี้ ครูสามารถทำได้โดยให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง

จากการศึกษาไว้ข้างต้นสรุปได้ว่าจิตวิทยาในการสอนคณิตศาสตร์นั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างของการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยอาศัยประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาประยุกต์เชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระ รวมทั้งมีการเสริมแรงแก่ผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งมีการรายงานผลการเรียนต่อผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ

2.3 หลักการและวิธีการสอนคณิตศาสตร์

2.3.1 หลักการสอนคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างยาก ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับหลักการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งได้อธิบายหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูควรคำนึงถึงพบว่ามี 15 ข้อ (ยุพิน พิพิธกุล, 2545: 11-12; สสวท, 2555: 14-25) ดังนี้

1) การให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ ลงมือปฏิบัติจริงและประเมินการปฏิบัติจริง หลักการนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี สามารถเข้าใจในบทเรียนได้รวดเร็ว

2) การเรียนรู้คือการพัฒนา เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีการพัฒนาไม่เหมือนกัน ดังนั้นครูไม่ควรสอนเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบใช้โจทย์ยากเกินหลักสูตร ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย แต่ถ้านักเรียนที่เก่งก็จะชอบควรส่งเสริมเป็นราย ๆ ไปการสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสม ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่ยาก เช่น การยกตัวอย่าง จะยกเป็นเลขง่าย ๆ ก่อนแล้วไปสู่สัญลักษณ์

3) การเรียนรู้เกิดจากความรู้ที่มีมาก่อนแล้ว ครูควรคำนึงถึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่กิจกรรมใหม่ควรต่อเนื่องจากกิจกรรมเดิม

4) การสื่อสารมีส่วนสำคัญในการสร้างความเข้าใจ การพูด การฟัง การอธิบายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้เกิดความเข้าใจในบทเรียน ครูควรมีการระมัดระวังหรือเคร่งครัดในการใช้ภาษาในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์

5) คำถามที่ดีช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้มีการถามหรือตอบคำถามต่าง ๆ เพราะคำถามจะช่วยให้นักเรียนเกิดการกระตุ้นการเรียนรู้

6) สื่อปฏิบัติทำให้เกิดการเรียนรู้ สื่อมีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเฉพาะระดับประถมศึกษา ครูควรเปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนจากรูปประกอบได้ เช่น การแยกตัวประกอบ เป็นต้น

7) อภิปัญญา มีผลต่อการเรียนรู้ การสะท้อนความคิดของตัวเองมีส่วนสำคัญ ซึ่งเป็นการทบทวนไตร่ตรอง วิเคราะห์ดูว่าความคิดนั้นถูกต้องหรือไม่ หากจุดอ่อน จุดแข็งของการแก้ปัญหา

8) สอนให้สัมพันธ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมด รวบรวมเรื่องที่เหมือนการเข้าเป็นหมวดหมู่ เช่น เส้นสัมผัส เส้นขนาน สมบัติของสามเหลี่ยมเท่ากัน ทุกประการ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและจดจำได้แม่นยำ

9) เปลี่ยนวิธีสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ครูควรสอนให้สนุกสนานและ น่าสนใจซึ่งอาจจะมี กลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ และการ์ตูน ต้องรู้จักสอดแทรก สิ่งละอันพันละน้อยให้เป็นบทเรียนที่น่าสนใจ

10) ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงจูงใจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ ในการสอนจึงมีการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อเร้าใจเสียก่อน

11) เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน เช่น เศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวนคละ เป็นต้น

12) ให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างไม่ใช่เน้นเนื้อหา

13) สอนให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง การยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างจนนักเรียนเห็นรูปแบบจะช่วยให้นักเรียนสรุปได้ ครูอย่ารีบบอบเกินไป ควรเลือกวิธีการต่าง ๆ ที่สอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา

14) ครูควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียน น่าเรียนยิ่งขึ้น สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสารการเรียนรู้ที่เรียนหนัก ครูจึงไม่ควรเคร่งเครียด ให้นักเรียนเรียน ด้วยความสนุกสนาน

15) ครูควรมีความกระตือรือร้นและตื่นตัวอยู่เสมอ ครูควรหมั่นแสวงหา ความรู้เพิ่มเติมเพื่อที่จะนำสิ่งที่แปลกและใหม่มาถ่ายทอดให้นักเรียนและครูควรจะเป็นผู้ที่มีความศรัทธา ในอาชีพของตนจึงจะทำให้สอนได้ดี

การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่ค่อนข้างเข้าใจยาก ครูจึงจะต้องมีหลักในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนให้เหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลักการสอน คณิตศาสตร์นั้นจะต้องสอนจากเรื่องที่ย่างไปสู่เรื่องที่ยาก สอนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ มีความสนุก และกระตือรือร้นในการเรียนจึงจะทำให้การสอนคณิตศาสตร์ประสบผลสำเร็จ

2.3.2 วิธีการสอนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนถ้าครูใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิธีการเรียนของ นักเรียนแล้ว จะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และคงทนยั่งยืน ถ้านักเรียน ได้รับการสอนที่สอดคล้องกับวิธีการเรียนที่ตนชอบ จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทัศนคติ ที่ดีต่อการสอนและมีวินัยในตนเอง จากศึกษาวิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิชาคณิตศาสตร์ใน ระดับประถมมีทั้งหมด 10 วิธี (อรทัย อินตา, 2555: 89-115; ทิศนา แคมมณี, 2559: 365-367; อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร, 2559: 30-42) ดังนี้

1) วิธีการสอนแบบฝึกปฏิบัติ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายทอดความรู้ และทักษะการปฏิบัติจึงเป็นการจัดการเรียนที่เน้นการสาธิตแล้วให้นักเรียนปฏิบัติตาม วิธีการฝึกปฏิบัติมีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสังเกตและรับรู้ ในขั้นตอนนี้ครูจะเป็นผู้สาธิตให้นักเรียนได้รับรู้ในสิ่งต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นทำตามแบบ เป็นการฝึกปฏิบัติตามที่ครูได้นำเสนอในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นทำโดยไม่มีแบบ ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องฝึกปฏิบัติเองโดยที่ไม่มีแบบหรือตัวอย่าง นักเรียนจะต้องทำด้วยตัวเอง

2) วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving Method) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผลพิจารณาประเด็นปัญหาต่าง ๆ ซึ่งมีขั้นตอนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ครู นักเรียน กำหนดปัญหาเมื่อได้ปัญหามาแล้วนั้น ครูจะนำนักเรียนให้คิดพิจารณาปัญหา จากนั้นก็จะแบ่งกลุ่มเพื่อรับผิดชอบในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ

ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างทางเลือกหรือตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่นักเรียนคาดเดาว่าปัญหานั้น ๆ มีสาเหตุมาจากอะไร หรือวิธีการแก้ปัญหานั้นน่าจะแก้ไขโดยวิธีใด หรือปัญหานั้นควรมีคำตอบว่าอย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นทดลองหรือลงมือปฏิบัติ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้วยการทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่วางแผนไว้ ขณะทำกิจกรรมครูจะคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 ขั้นวิเคราะห์ผล เป็นขั้นตอนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำข้อมูลที่ได้ค้นคว้าหรือทดลองมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ หาคำตอบที่ต้องการหรือพิสูจน์ว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้น ถูกต้องหรือไม่ คำตอบที่ถูกคืออะไร

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้และหลักการที่ได้จากการศึกษาหาปัญหานี้

3) วิธีการสอนโดยใช้การบรรยาย เป็นวิธีการสอนที่ครูเตรียมเนื้อหาแล้วบรรยาย หรือ พูด บอก เล่า อธิบาย เนื้อหาสาระ ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญที่ขาดไม่ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ครูเตรียมเนื้อหาสาระที่จะบรรยาย

ขั้นตอนที่ 2 ครูบรรยาย เนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

4) วิธีการสอนแบบโครงงาน เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนศึกษาหัวข้อที่ตนเองสนใจผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยมีกระบวนการเป็นขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนการสอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดความมุ่งหมาย เป็นขั้นกำหนดความมุ่งหมายและลักษณะโครงการโดยตัวนักเรียน ครูจะเป็นผู้ที่คอยชี้แนะ ให้นักเรียนตั้งความมุ่งหมายของการเรียนว่าเราจะเรียนเพื่ออะไร

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนหรือวางโครงการ เป็นขั้นที่มีคุณค่าต่อนักเรียนเป็นอย่างมาก คือ นักเรียนจะช่วยกันวางแผนว่าทำอย่างไร จึงจะบรรลุถึงจุดหมายจะใช้วิธีการใดในการทำกิจกรรมแล้วจึงทำกิจกรรมที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการ เป็นขั้นลงมือกระทำกิจกรรมหรือลงมือแก้ปัญหา นักเรียนเริ่มงานตามแผนโดยทำกิจกรรมตามที่ตกลงไว้แล้ว ครูคอยส่งเสริมให้นักเรียนได้กระทำตามความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ให้นักเรียนคิดและตัดสินใจด้วยตนเองให้มากที่สุดและควรชี้แนะให้นักเรียนรู้จักวัดผลการทำงานเป็นระยะ ๆ เพื่อการทำกิจกรรมจะได้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประเมินผล หรืออาจเรียกว่า ขั้นสอบสวนพิจารณา นักเรียน ทำการประเมินผลว่ากิจกรรมหรือโครงการที่กำหนดนั้นบรรลุผลตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่มีข้อบกพร่องอย่างไร และควรแก้ไขให้ดีขึ้นอย่างไร

5) วิธีการสอนโดยใช้การสาธิต เป็นการแสดงหรือทำสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ให้นักเรียนสังเกต แล้วให้นักเรียนซักถามหรืออภิปราย และเกิดการสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตหรือการสาธิต ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ครูแสดงการสาธิต นักเรียนสังเกตการสาธิต

ขั้นตอนที่ 2 ครูและนักเรียนอภิปรายและสรุปบทเรียนที่ได้จากการสาธิต

ขั้นตอนที่ 3 ครูประเมินขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียน

6) วิธีการสอนตามคู่มือ สสวท. มีขั้นตอนการสอน มี 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ คือการทบทวนความรู้เดิม

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ครูสอนเนื้อหาใหม่ โดยใช้สื่อประกอบของจริง รูปภาพ สัญลักษณ์ ใช้กิจกรรมเพลง เกม ใช้กิจกรรมเสริม เช่น การจัดบ้านนิเทศในชั้นเรียน ตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ถ้าไม่เข้าใจก็ทบทวนหรือสอนใหม่ ถ้าเข้าใจจึงผ่านไปขั้นสรุปต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสรุปครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเป็นวิธีลัดหรือความคิดรวบยอด

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นฝึกทักษะโดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
ปัดรงาน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล ขั้นนี้จะตรวจสอบผลการเรียนและการนำไปใช้ ถ้าไม่ผ่านก็จัดสอนซ่อมเสริม ถ้าผ่านก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

7) วิธีสอนแบบทักษะกระบวนการ แนวคิดในการสอนยึดหลักปรัชญาการศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressivism) โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางขั้นตอนการสอน มี 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ให้นักเรียนฝึกทักษะการท่องสูตรคูณเร็ว

ขั้นตอนที่ 2 ครูนำโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์ แล้วเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ และหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 3 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

8) วิธีสอนแบบเล่นปนเรียน ขั้นตอนการสอน มี 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ชื่อนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้ครูจะใช้เพลง เกม หรือการแข่งขันคิดเลขเร็ว

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน เป็นการทดสอบความรู้พื้นฐานที่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะเรียนต่อไป อธิบายทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมก่อน สอนเนื้อหาใหม่ โดยใช้ภาพ สื่ออื่น ๆ ประกอบคำอธิบายทีละขั้นตอน ยกตัวอย่างวิธีทำ ถามผู้เรียนทีละคน ให้ช่วยกันคิดหาวิธีทำ จนเข้าใจแล้วแนะเทคนิควิธีคิดที่ง่าย ๆ แนะนำข้อผิดพลาดที่ผู้เรียนมักทำผิดหรือเข้าใจผิด ให้นักเรียนยกตัวอย่างโจทย์เอง และช่วยกันติดบนกระดานก่อนที่จะทำแบบฝึกหัด

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสรุปบทเรียน ขั้นนี้ให้นักเรียนแข่งขันกันคิดเลขเร็ว

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดตามตัวอย่าง ครูเดินตรวจทีละคน หากพบผู้เรียนที่ทำไม่ได้ ให้อธิบายทันทีก่อนให้การบ้าน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล เมื่อจบบทเรียนให้วัดมาตรฐานตัวชี้วัด

9) วิธีการสอนแบบนิรนัย เป็นการสอนที่ให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับ กฎ หลักการ หรือทฤษฎี หรือข้อสรุปในการเรียน แล้วจึงให้ตัวอย่าง ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ครูถ่ายทอดความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 ครูให้ตัวอย่างในสถานการณ์ที่หลากหลาย ที่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้

ขั้นตอนที่ 3 ครูให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัตินำความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

ขั้นตอนที่ 4 ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 ครูวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

10) วิธีสอนแบบอุปนัย (Inductive Method) เป็นการสอนจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ หรือจากตัวอย่างไปหาข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ ขั้นตอนการสอน มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมและสร้างความสนใจของนักเรียน ครูอาจจะเล่าเรื่อง ใช้อุปกรณ์ ตั้งคำถาม

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ครูให้ผู้เรียนดูตัวอย่างประกอบหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้ นักเรียน สังเกต

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นเปรียบเทียบ ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบตัวอย่างในขั้นที่ 2 ว่ามีความแตกต่างและคล้ายคลึง หรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง ในขั้นนี้นักเรียนอาจมีการทดลอง วิเคราะห์ผลจากการสังเกตหรือทดลอง

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนนับว่าเป็น สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องมือของการเรียนรู้โดยครูเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนการสอน ดังนั้นวิธีการสอนของครูจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจในมโนคติของ เนื้อหาวิชานั้น ๆ ในการสอนคณิตศาสตร์ควรพิจารณาถึงวิธีการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่าง บุคคล และมีเนื้อหาให้สอดคล้องกับระดับชั้นเรียน รวมถึงควรนำสื่อการสอนมาช่วยในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามวิธีการสอนทั้ง 10 วิธีนี้ เป็นวิธีการสอนทั่วไปที่สามารถนำมา ประยุกต์ใช้ได้ในทุก ๆ วิชา ซึ่งยังไม่ได้รับการพัฒนาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อย่างชัดเจนอย่างไรก็ดีในการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ที่พัฒนาโดย Marshall เป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจเอารูปแบบ 4Ex2 มาพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียนต่อไป โดยได้นำเสนอไว้ในตอนที่ 3

2.4 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

โดยทั่วไปแล้วผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เปรียบเทียบบนเป็นวัตถุประสงค์ ที่ตั้งไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และบรรลุตามสิ่งที่คาดหวังไว้ โดย Wilson (1971: 643-696) กล่าวว่า ผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ที่แสดงผลสำเร็จ จากการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระบบความสามารถนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับ สายชล วนาธรัตน์ (2550: 17) และ สิกขา ทรงศักดิ์เกษร (2550: 17) คือ ผลการเรียนรู้ที่ได้มาจาก ความสามารถหรือความพยายามในการเรียนรู้ของผู้เรียน มีทักษะในการคำนวณและมีความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา

Wilson จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) การคิดคำนวณ ด้านความรู้ ความจำ (Computation) พฤติกรรมระดับนี้ ถือว่า เป็นพฤติกรรมที่อยู่ระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

(1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็น ความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนการสอนมา แล้วคำถามที่วัด

ความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาานาน

(2) ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคำนวณ

(3) ความสามารถในการทำตามขั้นตอน (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับความคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

(1) ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพราะมโนคติเป็นนามธรรมที่ประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

(2) ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปอ้างอิงทั่วไปเป็นความสามารถในการเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามที่เกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

(3) ความเข้าใจทางโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

(4) ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่งเป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่เช่น แปลจากประโยคภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายเดิม โดยไม่คำนึงถึงกระบวนการแก้ปัญหา แปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าพฤติกรรม ในขั้นนี้ เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

(5) ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผลเป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

(6) ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความหมายโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือคล้ายกับแบบฝึกหัดที่เคยทำ นักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ต้องอาศัยพฤติกรรมนี้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

(1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน นักเรียนจะต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

(2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นความสามารถในการค้นคว้าหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับเรื่อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

(3) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องพิจารณาอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาใดบ้างที่อาจเป็นตัว อย่างไรก็ตามในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหา ออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

(4) ความสามารถในการมองเห็นแบบแผนลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์นักเรียนต้องสำรวจสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4) การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมในระดับนี้เป็นพฤติกรรมขั้นสูงของสมรรถภาพทางพุทธิพิสัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่เคยเรียนมารวมกับ ความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกัน เพื่อแก้ปัญหา แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

(1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างนักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในโมโนมิติ หรือนิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

(2) ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลใหม่เท่านั้น

(3) ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

(4) ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์อาจจะเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่มีตอนใดผิดบ้าง

(5) ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้อง ให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไปเป็น เป็นความสามารถในการค้นพบสูตร หรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

จากการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความรู้ ความสามารถ และความเข้าใจในเนื้อหา บทเรียนของนักเรียนที่วัดจากแบบทดสอบ วัดผลการเรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น

2.5 การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนไม่ควรมุ่งวัดแต่ด้านความรู้เพียงอย่างเดียว ควรจัดให้ครอบคลุมด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมด้วย ทั้งนี้ต้องวัดให้ได้สัดส่วน และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการวัดและประเมินผลควรใช้วิธีการที่หลากหลายสอดคล้องและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวัด เช่น การวัดผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน การวัดผลเพื่อวินิจฉัยจุดบกพร่องของผู้เรียน การวัดผลเพื่อตัดสินการเรียนรู้ของผู้เรียน การวัดตามสภาพจริง การสังเกต แฟ้มสะสมผลงาน โครงการคณิตศาสตร์ การสัมภาษณ์ (สสวท, 2555: 7)

การประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรยึดหลักการสำคัญดังนี้

1) การประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน ครูควรใช้งานหรือกิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จูงใจให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และใช้การถามคำถาม นอกจากการถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้ว ควรถามคำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย

2) การประเมินผลต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ จุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ ในที่นี้เป็นจุดประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระดับชั้นเรียนระดับสถานศึกษา และระดับชาติ ในลักษณะของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ในหลักสูตรสถานศึกษา ชั้นพื้นฐานที่ประกาศไว้ เป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องประเมินผลตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้เหล่านั้น เพื่อให้สามารถบอกได้ว่าผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ควรจะต้อง

แจ้งจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบ เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมและปฏิบัติตนให้บรรลุจุดประสงค์และเป้าหมายที่กำหนด

3) การประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญเท่าเทียมกับการวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองที่ดี มีคุณภาพ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ปรับตัวและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

4) การประเมินผลการเรียนรู้ ต้องนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนรอบด้าน การประเมินผลการเรียนรู้มิใช่เพียงการให้นักเรียนทำแบบทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนดแต่ควรใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การมอบหมายงาน การทำโครงการ การเขียนบันทึกโดยผู้เรียน จัดทำแฟ้มสะสมงานของตนเองหรือให้ผู้เรียนประเมินตนเอง การใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่หลากหลาย จะทำให้ครูมีข้อมูลรอบด้านเกี่ยวกับผู้เรียน เพื่อนำไปตรวจสอบกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นหน้าที่ของครูจะต้องเลือกและใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบการเรียนรู้ การเลือกใช้เครื่องมือขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การประเมิน เช่น การประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนการประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนการสอน และการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน

5) การประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการพัฒนาและปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้สูงขึ้น เป็นหน้าที่ของครูที่ต้องสร้างเครื่องมือวัด หรือวิธีการที่ทำทนายและส่งเสริมกำลังใจแก่ผู้เรียนให้ เรียนรู้เพิ่มขึ้น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง ด้วยการสร้างงานกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมบรรยากาศให้นักเรียนไตร่ตรองถึงความสำเร็จ หรือความล้มเหลวในการทำงานของตนได้อย่างอิสระ เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและพัฒนาปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตน

จากการศึกษาทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ จิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์ วิธีการสอนคณิตศาสตร์ ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และการวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งก็เป็นสิ่งสำคัญผู้วิจัยได้นำสิ่งเหล่านี้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องรูปสี่เหลี่ยม

3. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

วิธีการสอนส่วนใหญ่ที่นำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีสอนทั่วไป ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในทุกวิชา แต่หากจะสอนให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีนั้น ถ้าจะให้ได้ดีจะต้องใช้รูปแบบเฉพาะ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารพบว่ารูปแบบการสอน 4Ex2 ที่พัฒนาโดย Marshall เป็นวิธีการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยเฉพาะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความเป็นมาของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

วิธี 4Ex2 เป็นวิธีที่พัฒนาโดย Marshall ในปี 2007 ซึ่งก่อนจะมาเป็นรูปแบบการสอนในปัจจุบันได้มีพัฒนาการดังนี้

Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) (2006: 4-13) ได้แสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการของการจัดการเรียนรู้ในแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ในปี ค.ศ.1901 Herbart ได้สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของเขา โดยรูปแบบของ Herbart เป็นหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่นักการศึกษาใช้มากกว่ 100 ปี โดยมีชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1) ชั้นเตรียมการ ชั้นผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ที่ให้นักเรียนตระหนักถึงความรู้เดิมของตนเอง

2) ชั้นสัมพันธ์ ผู้สอนจะสอนความรู้ใหม่ และสร้างความสัมพันธ์กับความรู้เดิม

3) ชั้นสรุป ผู้สอนจะแนะนำแนวคิดและการพัฒนามโนทัศน์แก่นักเรียน

4) ชั้นประยุกต์ใช้ ผู้สอนจะจัดสถานการณ์โดยให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้กับบริบทใหม่ ในปี ค.ศ.1938 รายงานของ Science in General Education ได้สังเคราะห์ การจัดการเรียนรู้ของ Dewey ไว้ดังนี้

1) ชั้นสร้างความสนใจ ผู้สอนสร้างสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย

2) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา ผู้สอนช่วยนักเรียนในการระบุปัญหา และคิดวิธีการแก้ปัญหา

3) ชั้นกำหนดสมมติฐาน ผู้สอนให้ข้อมูลนักเรียนในการสร้างสมมติฐาน และให้นักเรียน พยายามเชื่อมโยงความรู้เดิม กับข้อสงสัย

4) ชั้นทดสอบสมมติฐาน ผู้สอนให้นักเรียนพยายามทดสอบในหลาย ๆ วิธี เช่น คาดเตา เขียนบันทึก และใช้วิธีที่เป็นรูปธรรมในการทดสอบสมมติฐาน

5) ชั้นตรวจสอบการทดสอบ ผู้สอนแนะนำนักเรียนว่าควรยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน

6) ชั้นแสดงการแก้ปัญหา ผู้สอนถามนักเรียนให้อภิปรายผลสรุปและแสดงการแก้ปัญหา ต่อมาในปี ค.ศ.1950 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ของ John Dewey ได้ปรากฏในหนังสือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คณะผู้เขียนได้เขียน วิวัฒนาการการเรียนรู้ ในแนวทางการคิดของ Dewey ดังนี้

1) ค้นหาข้อมูล ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่ให้มาในคำถาม สร้างสมมติฐานในการตอบคำถาม และวางแผนวิธีการทดสอบ

2) ชั้นได้รับความรู้ นักเรียนทดสอบสมมติฐาน รวบรวมและแปลผลข้อมูลและสร้างข้อสรุป

3) ชั้นจัดการความรู้ นักเรียนร่างข้อสรุปจากการทดสอบ

4) ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนประยุกต์ใช้ข้อมูล มโนทัศน์ และทักษะใหม่ที่ได้

ในปี ค.ศ.1962 Atkin และ Karplus ได้มีแนวคิดในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียน การสอนทางวิทยาศาสตร์ โดยประกอบไปด้วย 3 ชั้น นั่นคือ ชั้นสำรวจ ชั้นประดิษฐ์ ชั้นค้นพบ โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1. ชั้นสำรวจ นักเรียนมีความรู้เดิมอยู่ 2. ชั้นประดิษฐ์ ผู้สอนแนะนำนักเรียนในสถานการณ์ใหม่เพื่อเชื่อมโยงไปยังมโนทัศน์ ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ 3. ชั้นค้นพบ นักเรียนนำมโนทัศน์ใหม่ที่ได้ไปสัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่

ซึ่งในปี ค.ศ.1967 Karplus และ Their ได้นำวงจรของ Atkin และ Karplus ไปใช้ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (SCIS) หลังจากนั้น ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1980 นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้ (BSCS, 1997)

1) การสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

2) การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกอยู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

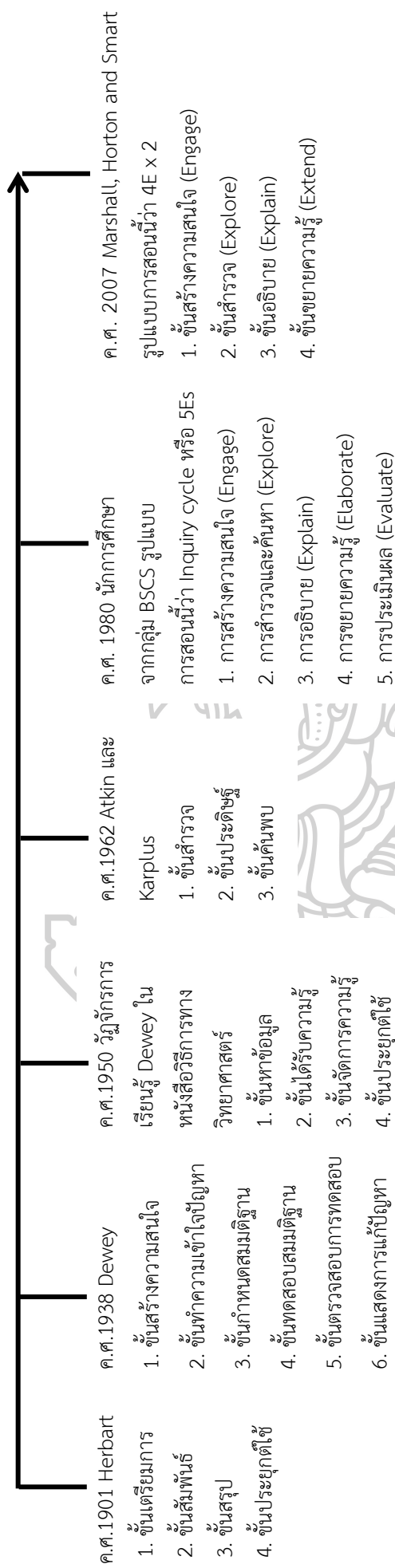
3) การอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4) การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5) การประเมินผล (Evaluate) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ของรูปแบบการสอนครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

Marshall (2008: 2) ได้กล่าวว่า ในความคิดหนึ่งของ กลุ่มนักศึกษาศาสตร์ที่ยึดแนวคิดปรัชญาของ Piaget ได้มีความคิดเห็นว่ารูปแบบข้างต้นที่กล่าวมาอย่างไม่มีรูปแบบใดที่ให้ความสำคัญกับการประเมินผล และการสะท้อนอภิปัญญา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในระหว่างการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 2007 Marshall et al. (2008, cited in Tyminski et al., 2013: 335) จึงได้เสนอการจัดกิจกรรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ซึ่งให้ความสำคัญกับการประเมินผล และการสะท้อนอภิปัญญาโดยการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 เป็นการดัดแปลงรูปแบบหนึ่งของ รูปแบบการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ของ BSCS (Bybee et al., 2006) โดยมี E ทั้ง 4 ตัวคือ Engage (ขั้นสร้างความสนใจ), Explore (ขั้นสำรวจ), Explain (ขั้นอธิบาย) และ Extend (ขั้นขยายความรู้) ซึ่งการประเมินผลและการสะท้อนการรู้คิดจะเกิดอย่างต่อเนื่องตลอดกระบวนการเรียนรู้ในแต่ละขั้นเป็นการแสดงถึง การคูณสอง

จากการศึกษาความเป็นมาของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2 จึงสามารถสรุปขั้นตอนการสอนตามวิวัฒนาการ ได้ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงความเป็นมาของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

จากศึกษาพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2 ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ(Inquiry) ส่วนที่ 2 การสะท้อนอภิปัญญา และส่วนที่ 3 การประเมินระหว่างเรียน ซึ่งสามารถสรุปองค์ประกอบได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ(Inquiry)

1) ความหมายของการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะ

วัชรา เล่าเรียนดี (2553: 101-104) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ นั้น เป็นกระบวนการหรือวิธีคิด หรือวิธีแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องมีการสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุป รวมทั้งการใช้ทักษะการถามคำถาม ตั้งคำถามเพื่อการสืบเสาะและทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งทักษะต่าง ๆ ดังกล่าว ถ้ามีการฝึกใช้ อย่างสม่ำเสมอ ผู้เรียนสามารถที่จะประยุกต์ใช้ในอนาคตได้ เนื่องจากการศึกษาไม่สามารถ ให้ความรู้ข้อมูลทุกอย่างที่จำเป็นที่ผู้เรียนต้องการรู้ได้ทั้งหมด

2) ระดับของการสืบเสาะหาความรู้ (Level of inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

(1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

(2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

(3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

(4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

3) ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry)

ในการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะนั้น มีผู้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้ (วัชรา เล่าเรียนดี, 2553: 101-104; สกุล มูลแสดง, 2554: 112-116) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ อาจเกิดขึ้นเองหรือเกิดจากความสงสัย เรื่อง ที่สนใจอาจมาจากเหตุการณ์ปัจจุบันหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามขึ้นมากำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อประเด็นที่จะศึกษามีความชัดเจนแล้ว จะมีการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ปฏิบัติการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือข้อมูลสารสนเทศ หรือข้อมูลปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนามใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) ศึกษาจากเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลให้มากเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อมูลสรุป (Explain) เมื่อมีข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว นำข้อมูล ข้อมูลสารสนเทศ มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล พร้อมทั้งจัดทำข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักฐานที่ชัดเจนและนำเสนอผลงาน ซึ่งแสดงถึงการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นของการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งยิ่งขึ้น ขยายกรอบความคิดให้กว้างยิ่งขึ้น มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดการนำไปสู่การค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็น เพื่อให้เกิดการอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความกระจ่างชัดยิ่งขึ้นซักถามนักเรียนให้เกิดความชัดเจนในความรู้ อาจมีการให้ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมในขั้นที่ 1-4 เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นการประเมินผลโดยการใช้แบบทดสอบ ชุดฝึก การทำกิจกรรม การทดลอง การจัดป้ายนิเทศ เป็นการประเมินผลรายบุคคล รายกลุ่ม โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด

ส่วนที่ 2 อภิปัญญา

1) ความหมายของอภิปัญญา

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับอภิปัญญา พบว่ามีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับอภิปัญญาไว้ ดังนี้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 155-156) ได้กล่าวว่าอภิปัญญา คือ การควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนา เพื่อควบคุม กำกับกระบวนการคิด มีความตระหนักในงานและสามารถใช้ยุทธวิธีทำงานจนสำเร็จอย่างสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552: 363) และ สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 213) ได้กล่าวว่า อภิปัญญา เป็นความรู้ หรือ การตระหนักรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง โดยบุคคลสามารถควบคุมกระบวนการคิด การวางแผน การจัดระบบความคิด การตรวจสอบความคิดของตนเองและ ประเมินตนเอง หลังทำกิจกรรมนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) องค์ประกอบของอภิปัญญา

จากการศึกษาองค์ประกอบของอภิปัญญาของผู้วิจัย ได้มีนักวิชาการ แสดงองค์ประกอบ ของอภิปัญญา ไว้ดังนี้ Baker and Brown (1984, อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552: 363-364) ได้แสดงถึงองค์ประกอบของอภิปัญญาว่า อภิปัญญาแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ การตระหนักรู้ และความสามารถในการกำกับควบคุมตนเอง ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสำคัญ ดังนี้

(1) การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการรู้ถึงทักษะ กลวิธีและ แหล่งข้อมูลที่เป็น เพื่อช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพ รู้ว่าจะต้องทำอะไร และทำอย่างไร รวมถึง ความสามารถในการทำสิ่งใหม่ให้ง่ายต่อการจดจำและระลึกถึงกลวิธีต่าง ๆ ที่ทราบ

(2) ความสามารถในการกำกับควบคุมตนเอง (Self-regulation) เป็นการรู้ว่าจะทำงาน นั้นเมื่อไร ซึ่งรวมไปถึงการวางแผนการประเมินและตรวจสอบวิธีการที่ใช้คาดคะเน คำตอบไว้ ล่วงหน้า การปรับเปลี่ยนใช้กลวิธีเพื่อแก้ปัญหาให้ได้ รวมถึงความสามารถในการกำกับตนเอง ในการใช้เวลาและความสามารถที่ตนมีอยู่ในขณะที่กำลังแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งประสบการณ์ ในอภิปัญญาออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ก) การวางแผน หมายถึงการรู้ว่าตนเองคิดว่าจะทำงานนั้น อย่างไร ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายจนถึงการปฏิบัติงานตนบรรลุเป้าหมาย ข) การควบคุมตรวจสอบ หมายถึง การทบทวนตนเองเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสม ของลำดับ ขั้นตอนและวิธีที่เลือกใช้ และ ค) การประเมินผล หมายถึง การประเมินแผนการที่ใช้และ ผลลัพธ์ที่ได้ ว่าเป็นสิ่งที่ทำมาทั้งหมดดีหรือไม่ยังมีวิธีอื่นแตกต่างและดีกว่าหรือไม่

ส่วนที่ 3 การประเมินระหว่างเรียน

1) ความหมายของการประเมินผลระหว่างเรียน

ศิริวรรณ พิริยะสรุวงศ์, 2554: 220 ได้กล่าวว่า การประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ จากการเรียนรู้และการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน

The Scottish Qualifications Authority (SQA, 2009) กล่าวเกี่ยวกับการประเมินผลระหว่างเรียนว่า เป็นการประเมินที่ถูกใช้เพื่อค้นหาความต้องการของการเรียนรู้ ในอนาคตและหาช่องว่างของการเรียนรู้ นอกจากนั้นยังสามารถบอกความต้องการของแต่ละบุคคล ผลที่ได้จากการประเมินผลระหว่างเรียนจะใช้ในการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และเกณฑ์ความสำเร็จ และให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังนักเรียน โดยข้อมูลย้อนกลับที่ได้เป็นองค์ประกอบสำคัญในการช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการประเมินระหว่างเรียน หมายถึง กระบวนการที่ครูใช้ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนในระหว่างเรียน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของผู้เรียนและใช้ผลการประเมินไปปรับปรุงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลระหว่างเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้อธิบายถึงการประเมินผลระหว่างเรียนว่าเป็นการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Assessment for Learning) ที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนการสอน โดยมีใช้ใช้แต่การทดสอบระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ อย่างเดียวแต่เป็นการที่ครูเก็บข้อมูลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการด้วย ขณะที่ให้นักเรียนทำภาระงานตามที่กำหนด ครูสังเกต ซักถาม จดบันทึก แล้ววิเคราะห์ข้อมูลว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่จะต้องให้นักเรียนปรับปรุงอะไร หรือผู้สอนปรับปรุงอะไร เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดการประเมินระหว่างเรียนดำเนินการได้หลายรูปแบบ เช่น การให้ข้อเสนอแนะ ข้อเสนอแนะในการนำเสนอผลงาน การพูดคุยระหว่างผู้สอนกับนักเรียนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล การสัมภาษณ์ ตลอดจนการวิเคราะห์ ผลการสอบ เป็นต้น

การประเมินผลระหว่างเรียนเป็นการประเมินที่ทำโดยครู เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าหรือ พัฒนาการของนักเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์จากการเรียนรู้และการร่วมกิจกรรมของนักเรียน ทั้งนี้สารสนเทศที่ได้จากการประเมินจะนำไปสู่การแก้ไขในประเด็นที่บกพร่องของนักเรียน และปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปว่าจะต้องเน้นหรือแก้ไขในประเด็นอะไรบ้าง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความสามารถให้สูงขึ้น บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

จากการศึกษาพบว่า เมื่อนำองค์ประกอบ ทั้ง 3 ส่วนคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ การสะท้อนอภิปัญญา และการประเมินระหว่างเรียน มารวมกันจะได้รูปแบบการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 จะทำให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนและผู้สอนเกิดการพัฒนายิ่งขึ้น

3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4Ex2

การจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้ที่มีการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน โดยการผสมผสาน การสะท้อน อภิปัญญาอยู่ตลอดการเรียนรู้และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียน เข้าใจมีทัศนคติอย่างลึกซึ้ง รวมถึงการมีการประเมินระหว่างเรียนอยู่ตลอดจะทำให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนและผู้สอนเกิดการพัฒนา

Marshall et al. (2008: 506-516) อธิบายว่า เมื่อนำองค์ประกอบ ทั้ง 3 ส่วน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ การสะท้อนอภิปราย และ การประเมินระหว่างเรียน มารวมกันจะได้รูปแบบการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ชั้น คือ 1) ชั้นสร้างความสนใจ 2) ชั้นสำรวจ 3) ชั้นอธิบาย และ 4) ชั้นขยายความรู้ โดยในแต่ละชั้นจะมีการประเมินระหว่างเรียน และสะท้อนอภิปรายดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ (Engage) ในชั้นนี้ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ โดยครูอาจนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ทันที หรือใช้สื่อที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับบทเรียนที่ต้องการให้นักเรียนสร้าง โดยในระหว่างการดำเนินกิจกรรม ชั้นสร้างความสนใจนี้จะมีการสะท้อนอภิปรายและประเมินผลระหว่างเรียนควบคู่ไปด้วย ดังนี้

1) การสะท้อนอภิปรายในชั้นนี้ครูใช้คำถามชี้แนะแนวทางเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองเกี่ยวกับการทำความเข้าใจปัญหาและการวางแผนในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถสะท้อนการรู้คิดออกมาจากการพูดตอบคำถาม การเขียน หรือ การบันทึกอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

2) การประเมินผลระหว่างเรียน ในชั้นนี้จะประเมินผลระหว่างเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจปัญหาและการวางแผนในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยครูจะประเมินผลจากการสังเกต การสะท้อนการรู้คิด การนำเสนอ และการอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน

ชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นคว้า (Explore) ในชั้นนี้ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยในระหว่างการดำเนินกิจกรรม ชั้นสำรวจและค้นคว้านี้จะมีการสะท้อนอภิปรายและประเมินผลระหว่างเรียนควบคู่ไปด้วย ดังนี้

1) การสะท้อนอภิปรายในชั้นนี้ครูใช้คำถามชี้แนะแนวทางเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองเกี่ยวกับการทำความเข้าใจปัญหาและการวางแผนในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถสะท้อนการรู้คิดออกมาจากการพูดตอบคำถาม การเขียน หรือ การบันทึกอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

2) การประเมินผลระหว่างเรียน ในชั้นนี้จะประเมินผลระหว่างเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจปัญหาและการวางแผนในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยครูจะประเมินผลจากการสังเกต การสะท้อนการรู้คิด การนำเสนอ และการอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน

ชั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นชั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากชั้นที่ 2 มาตรวจสอบ วิเคราะห์ และหาข้อสรุป ซึ่งอาจจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น แล้วอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน โดยในระหว่างการดำเนินกิจกรรม ชั้นอธิบายและลงข้อสรุปนี้จะมีการสะท้อนอภิปรายและประเมินผลระหว่างเรียนควบคู่ไปด้วย ดังนี้

1) การสะท้อนอภิปราย ในขั้นนี้ครูใช้คำถามชี้แนะแนวทางเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองเกี่ยวกับการวิเคราะห์ ตีความ และให้เหตุผลเกี่ยวกับความรู้หรือคำตอบที่ได้ โดยนักเรียนสามารถสะท้อนการรู้คิดออกมาจากการพูดตอบคำถาม การเขียน หรือการบันทึก อย่างไม่อย่างหนึ่งก็ได้

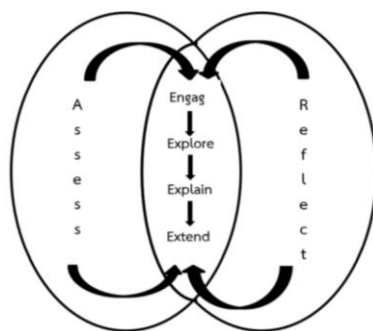
2) การประเมินผลระหว่างเรียน ในขั้นนี้จะประเมินผลระหว่างเรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์ ตีความ และให้เหตุผลเกี่ยวกับความรู้หรือคำตอบที่ได้ การให้เหตุผลเกี่ยวกับวิธีการที่มาของความรู้หรือคำตอบที่ได้ โดยครูจะประเมินผลจากการสังเกต การสะท้อนการรู้คิด การนำเสนอ และการอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขยายความคิด (Extend) ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ หรือตั้งประเด็นคำถามใหม่เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้สถานการณ์ใหม่แล้วให้นักเรียนนำความรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้ในการอภิปรายร่วมกันเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยในระหว่างการดำเนินกิจกรรมขยายความคิดนี้จะมีการสะท้อนอภิปรายและประเมินผลระหว่างเรียนควบคู่ไปด้วย ดังนี้

1) การสะท้อนอภิปราย ในขั้นนี้ครูใช้คำถามชี้แนะแนวทางเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ และการเชื่อมโยงความรู้หรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง โดยนักเรียนสามารถสะท้อนการรู้คิดออกมาจากการพูดตอบคำถาม การเขียน หรือการบันทึกอย่างไม่อย่างหนึ่งก็ได้

2) การประเมินผลระหว่างเรียน ในขั้นนี้จะประเมินผลระหว่างเรียนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ และการเชื่อมโยงความรู้หรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง โดยครูจะประเมินผลจากการสังเกต การสะท้อนอภิปราย การนำเสนอ และการอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน

จากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 เป็นการทำงานร่วมกันของ 3 ส่วน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ การสะท้อนอภิปราย และ การประเมินระหว่างเรียน จึงสามารถสรุปดังนี้



ภาพที่ 2 รูปแบบการสอน 4E×2

ที่มา: Marshall et al. (2008)

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.1 งานวิจัยในประเทศ

สิริรัศมี ผลขวัญโชติกา (2554) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชลกานต์ ชมภู (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้ทำการทดลอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น 2) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียน หลังการจัดกิจกรรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

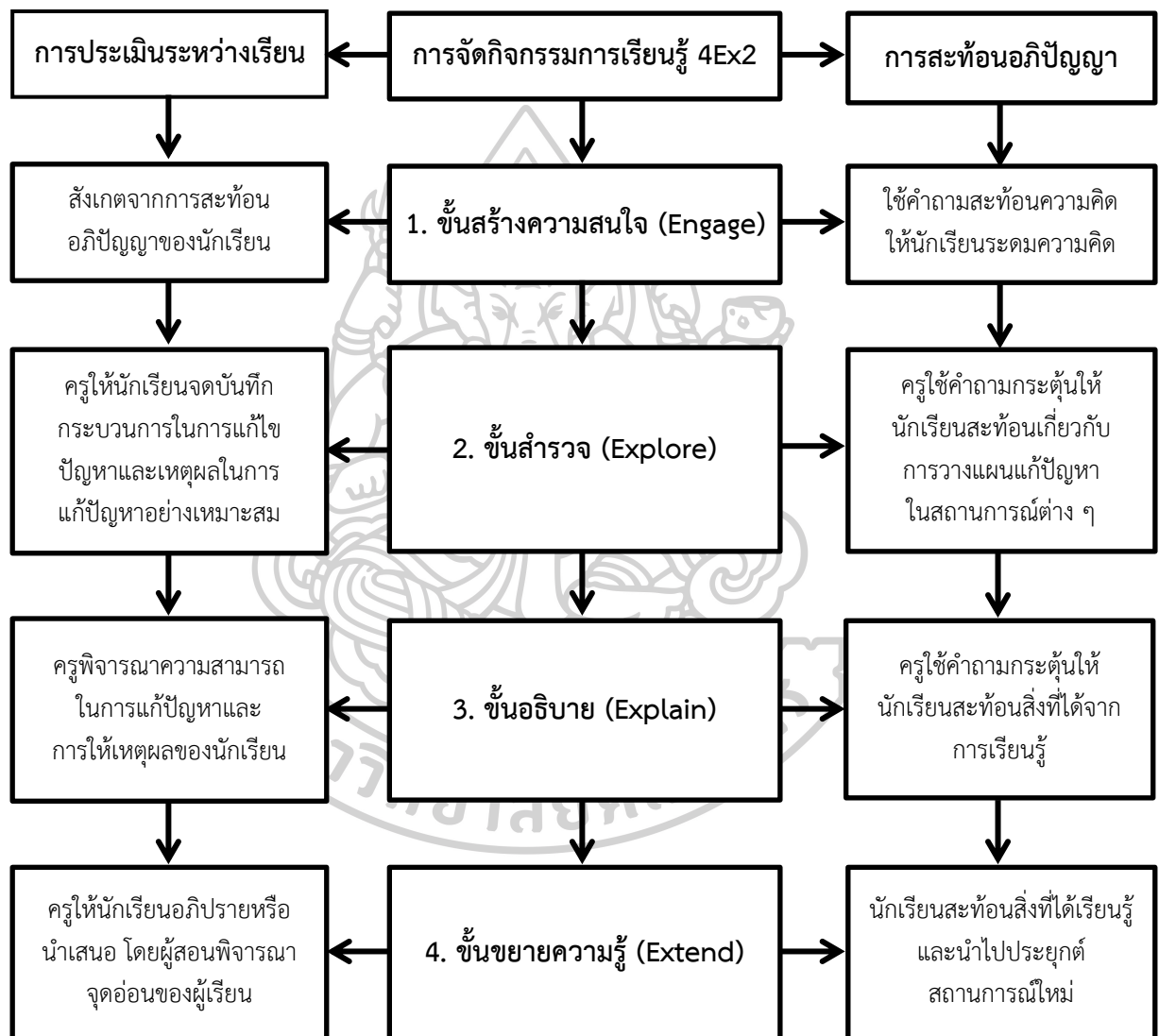
3.4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Marshall and Switzer (2008, cited in Marshall, 2008: 505) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry) ส่วนที่ 2 การสะท้อนอภิปราย และส่วนที่ 3 การประเมินระหว่างเรียน โดยเวลาที่ใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้จะขึ้นอยู่กับ การแนะนำ หรือการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 เป็นการสนับสนุน ความเข้าใจเชิงเนื้อหาและทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการสำหรับนักเรียน โดยมีค่าสหสัมพันธ์ อยู่ที่ 0.355

Moga (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกฝนอภิปรายที่มีต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อห้องเรียนโดยทั่วไป เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบและแบบสังเกตการสะท้อน อภิปรายซึ่งเก็บข้อมูลจากการทำแบบทดสอบและจากการสะท้อนอภิปรายของนักเรียน พบว่า

นักเรียนกลุ่มทดลองมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หลังการฝึกฝนอภิปัญญามากกว่า ก่อนฝึกฝน อภิปัญญา ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปกติ ที่ระดับ นัยสำคัญทางสถิติ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4Ex2 ผู้วิจัย จึงสามารถสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ดังแผนภาพ



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการสอน 4Ex2

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความหมายของเกมคณิตศาสตร์

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542) การแข่งขันที่มีกติกา กำหนด การแสดง เพื่อสาธิตกิจกรรม เช่น เกมการบริหาร โดยปริยายหมายถึง การแสดงที่ใช้กลวิธีหรือเล่นเหลี่ยม เพื่อหักล้างกัน เช่น เกมการเมือง ลักษณะนามเรียกการแข่งขันหรือการเล่นที่จบลงด้วยการแพ้ชนะกัน ครั้งหนึ่ง ๆ ในขณะที่นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของเกมไว้ว่า เกมคือกิจกรรมที่สร้างความ สนใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนาน มีกฎเกณฑ์ กฏกติกาไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย ทำให้ผู้เรียนเกิด การจดจำบทเรียนได้ง่าย เป็นกิจกรรมที่ส่งการทำงานร่วมกันและเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะและ กระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว (วรดนุ จีระเดชากุล, 2551: 141; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2553: 14)

ดังนั้นเกมคณิตศาสตร์คือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ผู้สอนจัดทำขึ้นสร้างความสนใจ ให้ผู้เรียน มีกฎกติกาสามารถจัดกิจกรรมได้ทั้งรายบุคคลหรือรายกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ได้อย่างรวดเร็ว และส่งเสริมพัฒนาทักษะกระบวนการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

4.2 ประเภทของเกมคณิตศาสตร์

Kolumbus (1979, อ้างถึงใน พรชัย เขียวปัญญาทอง, 2555: 39) ได้แบ่งเกมเป็น 6 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) เกมฝึกการกระทำ คือการที่เด็กนำของเล่นต่าง ๆ มาเล่นอย่างมีกฎเกณฑ์ กติกา เพื่อให้ เด็กมีพัฒนาการทางประสาทสัมผัสระหว่างการใช้มือและสายตา เช่น การร้อยลูกปัด ตัดกระดาษ กรอกน้ำใส่ขวด

2) เกมการศึกษา คือเกมที่พัฒนาการคิดของเด็กให้เด็กได้คิดหาเหตุผลจากการเล่น เช่น การจับคู่สิ่งของหรือภาพ การเล่นเกมโดมิโน การเรียงลำดับเหตุการณ์ก่อนหลัง

3) เกมฝึกทักษะทางร่างกายหรือเกมพลศึกษา มีมากมายหลายอย่างซึ่งรวมทั้ง การฝึก ภายบริหารประจำวันง่าย ๆ ของเด็กด้วย เกมประเภทนี้ได้แก่ เกมวิ่งไล่จับ เกมทำตามคำสั่ง เกม ซ่อนหา

4) เกมฝึกทักษะภาษา เป็นเกมที่อาศัยจินตนาการและการใช้คำพูดโดยไม่ต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์ใด ๆ เช่น เกมอะไรเอ่ย เกมตะลือกตอกตัก

5) เกมทายบัตร เป็นบัตรที่ครูทำขึ้น ช่วยให้เด็กสามารถแยกความเหมือน ความต่างฝึก ความจำ และเสริมทักษะอื่น ๆ

6) เกมพิเศษ เป็นเกมที่ผู้สอนอาจจัดให้ผู้เรียนเป็นครั้งคราวเช่นเกมหาสิ่งของ เกม หาหลายแพง

สารโธมัส ซีโรตมานนท (2554 : 15) และ รุ่งอรุณ ลีชะวณิชย์ (2556 : 21) ได้กล่าวถึง เกมต่าง ๆ ที่ใช้ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน เป็นเกมที่มีการเล่นให้สัมพันธ์กับ ประสบการณ์ ซึ่งจะไปเกี่ยวข้องกับความคิดทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

- 1) เกมที่สร้างขึ้น (Structured Games) เป็นเกมที่สร้างขึ้นอย่างมีจุดมุ่งหมาย ที่แน่นอน การสร้างเกมเป็นไปตามแนวของความคิดรวบยอดให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการ
- 2) เกมพัฒนาการ (developmental games) เป็นเกมที่ทำให้ผู้เรียนรู้ความคิดรวบยอด
- 3) เกมยุทธวิธี (strategy games) เป็นเกมที่เร้าให้ผู้เล่นสร้างแผนการหรือหาแนวทาง เพื่อจะได้บรรลุจุดมุ่งหมายโดยเฉพาะ
- 4) เกมเสริมแรง (reinforcement games) เป็นเกมที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ความจริง ที่เป็นพื้นฐานและฝึกทักษะในการนำความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้
- 5) เกมเบื้องต้น (preliminary games) เป็นเกมที่มีความสนุกสนาน การเล่นจะไม่ เป็นระเบียบแบบแผน การกระทำจะสัมพันธ์กับความคิดรวบยอดที่วางไว้น้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย เป็นเกมที่เหมาะสมเด็กอนุบาลหรือเด็กเล็ก
- 6) เกมที่มีโครงสร้าง (structured games) เป็นเกมที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ที่วางไว้ การสร้างเกมนั้นจะต้องสร้างตามแนวความคิดรวบยอด โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการสอน
- 7) เกมฝึกหัด (practice games) เป็นเกมที่ช่วยเน้นให้เข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการสอน มากยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนอาจนำเกมนี้ไปเล่นในเวลาว่างได้

จากการศึกษาพบว่าเกมคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับ ผู้สอนว่าจะเลือกใช้แบบไหนในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกมที่สร้างขึ้นและ เกมยุทธวิธีมารวมกันคือจัดทำเกมการศึกษาขึ้นซึ่งเป็นเกมที่เร้าให้ผู้เล่นสร้างแผนการหรือหาแนวทาง เพื่อจะได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนได้กำหนดไว้

4.3 ความสำคัญของเกมคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ว่าระดับใดก็ตาม เกมจะมีส่วนช่วยให้เกิด ความคิดเป็นรูปธรรม ช่วยเพิ่มบรรยากาศให้มีความสนุกสนานยิ่งขึ้น เกมคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญ ในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ สารโธมัส ซีโรตมานนท (2554: 20) และ รุ่งอรุณ ลีชะวณิชย์ (2556: 20) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเกมคณิตศาสตร์โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) เกมช่วยในการพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ เด็กในวัยประถมศึกษาชั้นนั้นจะสามารถ พัฒนามโนคติที่เป็นนามธรรมได้โดยต้องอาศัยสื่อรูปธรรม เกมถือเป็นสื่อที่สามารถพัฒนาแนวคิด ในลักษณะที่เป็นรูปธรรมได้
- 2) เกมเป็นกิจกรรมฝึกทักษะการคิดคำนวณที่มีประสิทธิภาพ ในการพัฒนาทักษะ คิดคำนวณเบื้องต้น เกมมีบทบาทในการสอน เกมไม่ใช่เพียงแต่เป็นกิจกรรมนอกเวลาเรียนเพื่อ

ความสนุกสนานเท่านั้น ในบางโอกาสแทนที่ครูจะให้หาคำตอบลงในสมุด ก็ให้หาคำตอบออกมา ในรูปของการเล่นเกม ซึ่งเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศในการเรียนการสอนให้น่าสนใจยิ่งขึ้น

3) เกมช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาเป็นการประยุกต์เอาความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ยุ่งยากและซับซ้อน ดังนั้น เกมจึงมีส่วนช่วยในการพัฒนาการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่รวดเร็วและถูกต้อง

4) เกมสามารถตอบสนองการเรียนรู้ตามความแตกต่างของแต่ละบุคคลเนื่องจากอัตราการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน บางคนเรียนเร็วแต่บางคนเรียนช้า สำหรับเด็กที่เรียนช้า จะต้องฝึกย้ำซ้ำทวนในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ เกมจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5) เกมช่วยเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากจะเป็นการฝึกที่แตกต่างออกไปแล้ว ยังได้ประสบการณ์ที่ไม่น่าเบื่อ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และยังเป็นการพัฒนากิจกรรมที่พึงปรารถนาต่าง ๆ เช่น ความอยากรู้อยากเห็น การสังเกต การคิดและการร่วมมือกัน เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าเกมคณิตศาสตร์มีความสำคัญไม่ว่าจะเป็นช่วยในการพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ เกมเป็นกิจกรรมฝึกทักษะการคิดคำนวณที่มีประสิทธิภาพ เกมสามารถตอบสนองการเรียนรู้ตามความแตกต่างของแต่ละบุคคลเกมช่วยเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และจากการศึกษาจะเห็นได้ว่าเกมช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เกมยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่รวดเร็วและถูกต้อง

4.4 ขั้นตอนการสอนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์

จากการศึกษาขั้นตอนการสอนโดยใช้เกมจะไม่มีรูปแบบขั้นตอนชัดเจนเป็นเพียงเทคนิคการสอนที่ผู้สอนสามารถนำไปสอดแทรกกับวิธีการสอนหลักของตนเองเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยมีลำดับขั้นตอนการสอนเกมระดับประถมศึกษาเริ่มจาก บอกชื่อเกม และจุดประสงค์ของการเล่นให้ผู้เรียนทราบ จัดสภาพของผู้เรียนหรือชั้นเรียนให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการอธิบายวิธีการเล่น กฎ กติกาการเล่น และเวลาในการเล่น ผู้สอนสาธิตให้ดูเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและตอบคำถามในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจเริ่มเล่นเกมโดยคำนึงถึงการให้ทุกคนมีส่วนร่วมเน้นความยุติธรรม เมื่อจบเกมแล้วประกาศผลผู้ชนะ และให้รางวัลมีการสรุปประเด็นหรือแง่คิดที่ได้จากเกมทันที (วรตบุญ จีระเดชากุล, 2551: 159; สุขันธ์ สิ้นธพานนท์, 2553: 142; ทิศนา แคมมณี, 2559: 365)

สาโรตม์ ศิโรตมานนท์ (2554: 23) เกมคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูอาจใช้เกมประกอบการสอนในแต่ละชั้น ดังนี้

1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เกมอาจมีบทบาทในการทบทวนความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับเนื้อหาใหม่ที่กำลังจะเรียนต่อไป หรืออาจเป็นเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ เพื่อเป็นการเตรียมนักเรียนให้พร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่

2) ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เกมอาจมีบทบาทในการพัฒนามโนคติ เกมอาจมีส่วนช่วยครูในการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

3) ชั้นฝึกทักษะ ภายหลังจากที่นักเรียนเข้าใจมโนคติของเรื่องที่กำลังเรียนแล้ว เกมจะเป็นการฝึกให้นักเรียนประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอย่างชำนาญขึ้น

4) ชั้นสรุปบทเรียน การใช้เกม มาเป็นส่วนหนึ่งของการสรุปบทเรียนจะทำให้ นักเรียนเกิดความสนุก และได้ผลดีกว่าจากการสรุปวิธีอื่น ๆ ที่ครูใช้ตามปกติ

รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์ (2556: 8) การเรียนการสอนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์มีขั้นตอน ในการดำเนินการสอนดังนี้

1) ชั้นสร้างความขัดแย้ง

ครูเสนอปัญหาที่นำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาให้นักเรียนฟัง

2) ชั้นดำเนินกิจกรรมได้ตรง

2.1 นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยและใช้กระบวนการกลุ่มในการเล่นเกมนคณิตศาสตร์

2.2 ครูแจกอุปกรณ์ในการเล่นเกมนคณิตศาสตร์

2.3 ครูอธิบายวิธีการเล่นเกมนคณิตศาสตร์

2.4 นักเรียนเล่นเกมนคณิตศาสตร์

3) ชั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปมโนทัศน์

3.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด

การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เกมจะไม่มีรูปแบบที่ตายตัวดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ จะมีลำดับขั้นตอนที่ขาดไม่ได้คือ ครูนำเสนอเกม ชี้แจงวิธีการเล่น และกติกการเล่นนักเรียนเล่นเกม ตามกติกาครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นและวิธีการหรือพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

4.5 ประโยชน์ของเกมคณิตศาสตร์

สาโรตม์ ศีโรตมานนท์ (2554: 21) และ รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์ (2556: 21) สรุปประโยชน์ของเกมคณิตศาสตร์ไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1) ประโยชน์ด้านวิชาการ คือ เป็นสื่อในการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการเล่นเพื่อให้ชนะ รู้จักวางแผน ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน กระตุ้นสมองให้คิดอย่างรวดเร็ว มีไหวพริบดี รู้จักการสรุปเนื้อหา ความรู้ที่ได้รับจากการเล่นเกม ช่วยฝึกทักษะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยดึงดูดความสนใจ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ร่วมกันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างเต็มที่

2) ประโยชน์ด้านคุณธรรมจริยธรรม คือ รู้จักให้อภัยเมื่อผู้อื่นทำผิด รู้จักควบคุมอารมณ์ รู้จักความซื่อสัตย์ ฝึกความอดทน ฝึกการเคารพกติกา

3) ประโยชน์ด้านสุขภาพ คือ เกมสามารถเพิ่มทักษะการตอบสนองของร่างกายให้คล่องแคล่วว่องไว และฝึกสมาธิ

4) ประโยชน์ด้านอารมณ์ สังคม คือ เกิดความรักสามัคคีในกลุ่ม ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น การทำงานเป็นทีม ฝึกให้รู้จักการทำหน้าที่ของตนเอง เคารพสิทธิของผู้อื่น รู้จักสิทธิของตนเอง สนุกสนาน เพลิดเพลิน คลายเครียด

เกมคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนานเพลิดเพลิน มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ช่วยฝึกทักษะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและจดจำได้ยาวนานช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาได้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างเต็มที่

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.6.1 งานวิจัยในประเทศ

พิมพ์พร ไชยฤกษ์ (2551) ได้ทำการการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกมคณิตศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมกลุ่มย่อย ลักษณะของเกมเป็นเกมกระดาน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมกลุ่มย่อยมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมกลุ่มย่อยมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ทิพย์ภาภรณ์ อินทรอักษร (2554) ผลการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเครื่องมือที่ใช้คือชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD สอดแทรกด้วยเกมสมบัติทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) เกมคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

อุษณีย์ บุญเรืองนาม (2555) ได้พัฒนาเกมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้ใช้แผนการสอนที่พัฒนาขึ้น ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนบ้านห้วยไม้หก อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือในครั้งนี้คือแผนการสอนทั้งหมด 6 แผนการสอนจำนวน 12 ชั่วโมง มีทั้งหมด 12 เกม และแบบทดสอบ ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมาก

เตือนใจ ครองญาติ (2556) ได้ทำการศึกษาเกมฝึกทักษะการบวกและการลบเลขอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการเรียนด้วยเกมเพื่อฝึกทักษะการบวก และการลบเลขอย่างง่าย ลักษณะของเกมเป็นเกมคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) เกมเพื่อฝึกทักษะการบวก และการลบเลขอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเกมเพื่อฝึกทักษะการบวก และการลบเลขอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก

พริยา เลิกชัยภูมิ (2557) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เกมทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการสอนโดยใช้เกมโดมิโน จำนวนเชิงซ้อนนำเข้าสู่บทเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการจำและด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ด้านการจำ ด้านการคิดวิเคราะห์และด้านการประยุกต์ใช้ ของนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Finlinson (1997: 70) ได้ศึกษาเรื่อง เกมทำให้เกิดความร่วมมือเป็นการพัฒนา ลักษณะนิสัยของเด็กในการเข้าสังคม ได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิง จำนวน 20 คน ช่วงอายุราว ๆ 4 ขวบ 7 เดือน เพื่อเปรียบเทียบการเข้าสู่สังคมในลักษณะนิสัยที่เป็นบวก โดยใช้เกมการให้กันความร่วมมือ และเกมการแข่งขัน สรุปว่า หลังจากการใช้เกมความร่วมมือแล้ว ลักษณะการเข้าสังคมในการบวกสูงขึ้น สำหรับเกมการแข่งขันนิสัยการเข้าสังคมด้านบวกมีน้อยกว่า

Jurdak and Ibrahim (2006) ได้ วิจัย เรื่อง The facilitating effect of structured game in mathematics โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างนักเรียน 102 คน จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทั้งหมด 250 คน ในชุมชนเบรุต ประเทศเลบานอน โดยใช้เวลาเรียน 14 คาบ คาบละ 50 นาที จากนักเรียน 250 คน การทดสอบมีการวัดการประเมินผล ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน สำคัญได้แก่ คือ 1. การจดจำ 2. การคิดเชิงประยุกต์ 3. การค้นคว้าอย่างอิสระ คะแนนหลังสอบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง

Gallegos and Alfinio (2010) ศึกษาเรื่อง Using Student-Made Game to Learn Mathematics โดยให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย San Luis Potosi เม็กซิโก ออกแบบสื่อการสอนที่เป็นเกมในหัวข้อ Pre-calculus และ Calculus พร้อมทั้งเล่นเกม ตัวอย่างของ เกมที่นักศึกษาออกแบบมีดังนี้ เกมบิงโกอนุพันธ์ โดมิโนพีชคณิต เกมตารางพีชคณิต ปัญหาตกปลา การพิสูจน์เชิงเรขาคณิต เกมจับคู่ ผลของการสร้างเกมของนักศึกษาทำให้สรุป การทดลองพบว่า ความสำเร็จของเกมคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับการนำเกมคณิตศาสตร์มาใช้และ

เป็นเกมที่เน้นการฝึกทักษะ หรือเกมที่เน้น สมบัติทางคณิตศาสตร์ ปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมในการเล่นเกมนั้น ให้ประสบความสำเร็จการพัฒนาเกมทำให้ได้สร้างความสัมพันธ์กับเพื่อนและได้แบ่งปันความรู้ซึ่งกันและกัน จากการออกแบบเกม การเล่นเกมคณิตศาสตร์ทำให้สามารถสอนวิธีการคำนวณ เสริมสร้างความเข้าใจ และ สร้างทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

5. ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 52, อ้างถึงใน วรกมล วงศธรบุญศรี, 2557: 37) และ Dossey et al. (2002: 72) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบ นักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่ไปเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบนักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหามาด้วยกระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องมีการสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากเดิม ใช้หลักในการวางแผน หรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และเป็นการได้มาซึ่งความรู้ใหม่จากสถานการณ์นั้น ๆ กระบวนการนี้อาจยุ่งยากซับซ้อนขึ้นเมื่อมีการขยายไปสร้างการเชื่อมโยง ซึ่งนักเรียนจะได้ประสบการณ์ จากกระบวนการนี้และสามารถพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2554: 39) และ สสวท. (2555: 77) ที่ได้ให้ความหมายการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทักษะ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา และ Polya (1980, อ้างถึงใน วรกมล วงศธรบุญศรี, 2557: 37)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ โดยนำความรู้ ความคิดจากประสบการณ์เดิม และส่วนประกอบของสถานการณ์ของปัญหา มากำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

5.2 กระบวนการแก้ปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2552: 90) ได้กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาดังนี้

- 1) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
- 2) ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ

ได้อย่างเหมาะสม

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552: 34) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอปัญหา อาจทำได้ด้วยการสื่อภาษาหรืออาจใช้วิธีการต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 การกำหนดขอบเขตและทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้

ชัดเจนขึ้น สามารถแยกแยะปัญหาเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา ด้วยการตั้งสมมติฐานที่คาดว่าอาจจะใช้ในการแก้ปัญหา นั้น โดยวิธีการแก้ปัญหาในขั้นนี้อาจเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี โดยต้องเลือกใช้ ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 4 การลงมือแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือกไว้

ขั้นที่ 5 การประเมินและตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ อาจจะมี หลายข้อจนกระทั่งสามารถพบวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและดีที่สุด

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยการนำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่น่าสนใจและเข้าใจง่าย

อัมพร ม้าคอง (2554: 39) กล่าวว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น คือผู้เรียนที่มีความสามารถดังต่อไปนี้

- 1) ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหา
- 2) ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใดและ ประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
- 3) พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
- 4) พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและ ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
- 5) ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดในการหาคำตอบ และกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่
- 6) บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาเพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
- 7) สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และ ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
- 8) ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ ในชีวิตจริง
- 9) มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

Polya (1957: 16 - 17) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) นั่นคือ เข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ หากเกิดความกำกวม ลึกลับหรือขัดแย้ง ควรใช้การวาดรูป และควรแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็น ส่วน ๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษ จะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้

- 1) เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับ โจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่
- 2) รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้หรือไม่เพียงใด และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่
- 3) พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยพบมาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่
- 4) ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผน ที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาวีธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าตอบอย่างคร่าว ๆ

สุภัทรา สิริรุ่งเรือง และชานนท์ จันทรา (2554: 13-15) กระบวนการแก้ปัญหาตามรูปแบบ SSCS มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 S (Search) ค้นหาปัญหา เป็นการให้นักเรียนใช้การระดมสมองเพื่อให้เกิดการแยกแยะประเด็นของปัญหาและมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล

ขั้นที่ 2 S (Solve) แก้ปัญหา นักเรียนต้องวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยอาจใช้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 C (Create) สร้างคำตอบ นักเรียนต้องนำเสนอวิธีการและผลที่ได้จากการแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นตอนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

ขั้นที่ 4 S (Share) แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำเสนอความคิดเห็นของตนเองให้กับผู้อื่นในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลายในการคำตอบ ไม่ว่าจะเป็นการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการสอนของ Polya การแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ SSSC ซึ่งวิธีการสอนต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับผู้สอนจะเลือกใช้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนหลัก ๆ ของกระบวนการแก้ปัญหาก็ประกอบด้วยขั้นตอนสร้างปัญหาหรือค้นหาปัญหา วางแผนและลงมือแก้ปัญหา ตรวจสอบและประเมินผลการแก้ปัญหา

5.3 ยุทธวิธีแก้ปัญหา

จากการศึกษายุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นสามารถสรุปยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้ 11 วิธี ดังนี้ (ปริญญา ผลิเจริญสุข, 2550: 32; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 12-34; Krulik; Rudnick, 1993: 45-50 อ้างถึงใน สุธารัตน์ สมรรถการ, 2556: 46)

5.3.1 การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจจะถูกยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยันยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิตการฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำ จะช่วยนักเรียนในการพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมาณและคาดคะเนจำนวนที่พิจารณาโดยยังไม่ต้องคิดคำนวณก่อนตลอดจนสามารถสะท้อนความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนได้

5.3.2 การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยไม่ให้หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่งเมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

5.3.3 การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

5.3.4 การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ข้อออกก่อน แล้วค่อยค้นหาแบบรูปหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจกกรณีที่เหมาะสมยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอนซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจกกรณีด้วยก็ได้

5.3.5 การคาดเดาและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์

จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหา ครั้งต่อไปนักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นใกล้เคียงคำตอบที่ต้องการมากที่สุด

5.3.6 การทำงานแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุโดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

5.3.7 การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปแบบของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการซึ่งได้แก่สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวกและสมบัติการคูณและเมื่อใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาพีชคณิต

5.3.8 การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

5.3.9 การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

5.3.10 การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริงโดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบหรือการเขียนภาพหรือแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

5.3.11 การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริงโดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้งยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ ปัญหาที่ยากกว่าการแก้ปัญหาโดยตรงและง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่แสดงเป็นเท็จ

ในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาดีแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที

5.4 การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือวัดที่มีการกำหนดสถานการณ์หรือกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และวัดพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนได้โดยตรง เช่น การวางแผน การทำงาน การดำเนินงานตามแผน การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ การบันทึกข้อมูล การจัดการกระทำกับข้อมูล การวิเคราะห์ การแปลผล การลงสรุปรวมทั้งการเสนอแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ ทั้งนี้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (สสวท, 2555: 89)

1) สถานการณ์ เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาสาระ ข้อสนเทศ หรือความรู้ที่ผู้เรียนต้องใช้ลงมือปฏิบัติภาระงาน

2) คำสั่งหรือคำชี้แจง เป็นเงื่อนไขหรือสิ่งที่ระบุให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกในพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่ง ครอบคลุมทักษะปฏิบัติดังนี้

(1) การวางแผนการดำเนินงาน กำหนดให้ผู้เรียนตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับการกำหนดปัญหา การสร้างข้อความคาดการณ์ และการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

(2) การลงมือปฏิบัติ กำหนดให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติ หรือแสดงความสามารถในการสังเกต การใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือ การบันทึกผล การคำนวณค่าและการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอนตามแผนที่วางไว้

(3) การวิเคราะห์และการแปลผล กำหนดให้ผู้เรียนจัดการกระทำข้อมูล ตรวจสอบความแม่นยำของข้อมูลที่ได้ สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล และแปลความหมายของข้อมูล

(4) การสร้างความรู้และการนำความรู้ไปใช้ กำหนดให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการลงข้อสรุปหรือสร้างความรู้ ประยุกต์ความรู้ในรูปแบบการสร้างแบบจำลองและนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างไปจากเดิม

ในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วัดจะต้องคำนึงถึงความเชื่อมโยงความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระของผู้เรียนในแต่ละชั้นปี การเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนให้ได้มากที่สุดจะช่วยวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุม แต่ทั้งนี้ต้องให้ผู้เรียนได้ทำงานหรือกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจความถนัดและความสามารถของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างคำตอบขึ้นด้วยตนเอง หรือปฏิบัติงาน

ตามแนวทางของตนเองมุ่งมั่นให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีคุณค่าและมีความหมายต่อการเรียนรู้ จึงจะสามารถสะท้อนความคิดระดับสูง และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ ซึ่งการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถพิจารณาได้จากกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงาน และผลงานที่ได้จากการปฏิบัติงาน โดยใช้เกณฑ์การวัดที่กำหนดขึ้นอย่างเหมาะสมกับลักษณะของงานหรือกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติ นอกจากนี้ผู้วัดต้องนำผลการวัดไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการคิด การปฏิบัติและการประเมินตนเอง รวมทั้งให้ผู้เรียนนำผลจากการวัดมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาตนเองต่อไป

อัมพร ม้าคะนอง (2554: 173) กล่าวถึง การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ประกอบด้วยความสามารถหลายอย่างดังต่อไปนี้

- 1) การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบ ผลเฉลย หรือแนวทางในการจัดการกับปัญหา
- 2) การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ อันจะนำไปสู่การสร้างโจทย์ ปัญหา สถานการณ์ หรือคำถาม
- 3) การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี
- 4) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณาคำตอบหรือทางแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสม สอดคล้อง และสมเหตุสมผลเพียงใด
- 5) การขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปคิดต่อ เช่นการมองเห็นรูปทั่วไป การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีเงื่อนไขเปลี่ยนไป การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

ประเมินผลที่หลากหลายตามความสามารถต่าง ๆ ข้างต้นอย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติผู้สอนมักใช้ปัญหาหนึ่ง ๆ ประเมินความสามารถหลาย ๆ อย่างร่วมกัน และประเด็นที่ประเมินได้มากคือ การแก้ปัญหาได้และการใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา แต่สิ่งที่ยังประเมินได้ไม่มากนักคือ การประเมินการสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และการขยายความคิดจากผลงานการแก้ปัญหา

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.5.1 งานวิจัยในประเทศ

โสมจิรา พรหมบัวดี (2553) การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยเน้นกระบวนการคิดและการใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ปรนัยแบบเติมคำตอบจำนวน 10 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนนใช้แบบรูบริค คะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยเน้นกระบวนการคิดและการใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล (2553) การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยประยุกต์รูปแบบ 4 ขั้นตอนของสเตรนเบิร์กเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านในเวียง จังหวัดแพร่ จำนวน 37 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เครื่องมือที่ใช้ในครั้งนี้คือแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ชนิดอัตนัยจำนวน 30 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนน เป็นแบบวัดคุณภาพ คะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น

ชญานา ใจโปร่ง (2554) กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อโดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็มข้อละ 20 คะแนน ซึ่งแต่ละข้อประกอบไปด้วย 4 ด้านประกอบด้วยด้านทำความเข้าใจโจทย์ 5 คะแนน ด้านการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา 5 คะแนน ด้านการค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง 6 คะแนนและการอธิบายคำตอบที่ชัดเจน 4 คะแนน ผลการวิจัยพบว่า 1)นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย เรื่อง ฟังก์ชันมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 2)เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนแสดงพฤติกรรมในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งคำอธิบายที่ชัดเจน

นัชชนัน แก้วประเสริฐสุข (2557) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้มายด์ทูลที่มีต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบตามขั้นตอน Polya แบบอัตโนมัติจำนวน 6 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน ซึ่งแต่ละข้อประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนประกอบด้วยขั้นทำความเข้าใจโจทย์ ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การตรวจสอบคะแนนแบบ Analytical Method ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้มายด์ทูลและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ที่สำคัญ .05 2) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบมายด์ทูลมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

นภสร เรือนโรจน์รุ่ง (2558) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม ระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 68 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุม 34 คน ใช้เวลาดำเนินการวิจัย 9 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ให้คะแนนตามเกณฑ์ (Rubric) เมีนตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้งหมด 6 ขั้นตอน ขั้นตอนละ 2 คะแนน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Tougaw (1993: 2934-A) ได้ศึกษาผลจากการใช้วิธีการสอนแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้นอกจากนั้นยังพบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีผลทางบวกต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แต่เพศไม่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

Hart (1993: 167-169) ได้ศึกษาปัจจัยที่เป็นอุปสรรคขัดขวางและปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 12 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน แต่ละกลุ่มจะถูกบันทึกวิดีโอขณะร่วมกัน แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคขัดขวางความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) การขาดประสบการณ์เกี่ยวกับกรอบของปัญหานั้น ๆ 2) การกำหนดข้อจำกัดที่มากเกินไปจนเกินไป 3) การขาดเกี่ยวกับความสามารถด้านสติปัญญาของตนเอง 4) การขาดความเชื่อ

และพบว่าปัจจัยที่ส่งผลและสนับสนุนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่
 1) ความร่วมมือช่วยกันภายในกลุ่ม 2) การกำกับภายในกลุ่ม 3) บรรทัดฐานทางสังคมในการแก้ปัญหา
 เป็นกลุ่มย่อย

Williams (2003: 185-187) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาพฤติกรรมการแก้ปัญหาโดยเน้นการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนวิชาพีชคณิต จำนวน 42 คน สอนโดยครูคนเดียวกัน หัวข้อเรื่องที่เรียนเหมือนกัน แต่กลุ่มทดลอง 22 คน เรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุม 20 คน เรียนโดยใช้การแก้ปัญหตามขั้นตอนปกติ มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนมากกว่า 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา และนักเรียนมากกว่า 80% บอกว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถแยกเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบวัดทักษะชนิดเติมคำตอบให้คะแนนตามเกณฑ์ (Rubric) แบบวัดทักษะแบบอัตนัยให้คะแนนตามเกณฑ์ (Rubric) สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดทักษะแบบอัตนัยให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบจำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 8 คะแนน ซึ่งแต่ละข้อประกอบไปด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ รายละเอียดจะอธิบายในบทที่ 3 ต่อไป

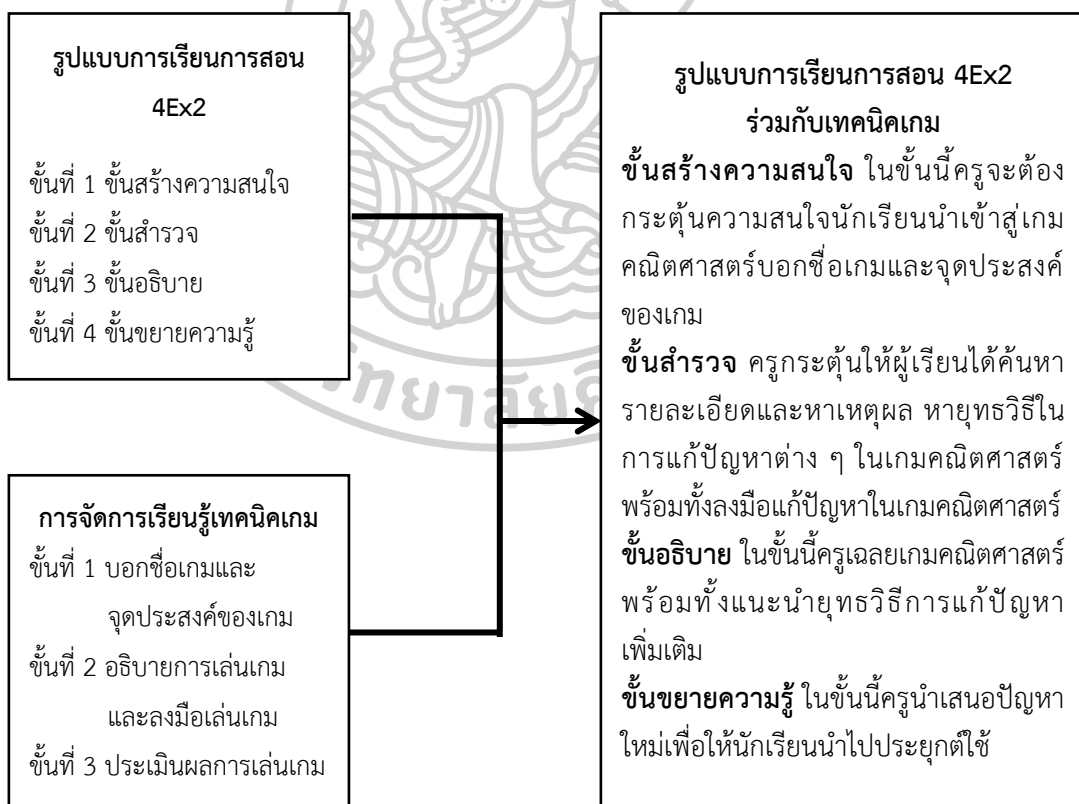
6. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมและกรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางดังนี้

การจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 Marshall et al. (2008, cited in Tyminski et al., 2013: 335) จึงได้เสนอการจัดกิจกรรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ซึ่งให้ความสำคัญกับ การประเมินผล และการสะท้อนอภิปัญญาโดยการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 เป็นการดัดแปลงรูปแบบหนึ่งของ รูปแบบการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ของ BSCS (Bybee et al., 2006) โดยที่มี E ทั้ง 4 ตัวคือ Engage (ขั้นสร้างความสนใจ), Explore (ขั้นสำรวจ), Explain (ขั้นอธิบาย) และ Extend (ขั้นขยายความรู้) ซึ่งการประเมินผลและการสะท้อนการรู้คิดจะเกิดอย่างต่อเนื่องตลอดกระบวนการเรียนรู้ในแต่ละขั้น เป็นการแสดงถึง การคูณสอง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมระดับประถมศึกษา มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 บอกชื่อเกม และจุดประสงค์ของการเล่นให้ผู้เรียนทราบ ขั้นที่ 2 อธิบายการเล่นและลงมือเล่นเกม ขั้นที่ 3 ประเมินผลการเล่นเกม (วรตну จีระเดชากุล, 2551: 159; สุคนธ์ สิ้นพานนท์, 2553: 142; ทิศนา แคมมณี, 2559: 365) ในขณะที่ สาโรตม์ ศิโรตมานนท์ (2554: 23) ได้อธิบายการใช้เกมประกอบการสอนในแต่ละขั้น ดังนี้ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 3) ขั้นฝึกทักษะ และ 4) ขั้นสรุปบทเรียน ส่วน รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์ (2556: 8) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการสอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความขัดแย้ง 2) ขั้นดำเนินกิจกรรมได้ตรง และ 3) ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ของ Marshall และแนวการจัดการเรียนรู้เทคนิคเกมของ วรตनु จีระเดชากุล (2551: 159); สุคนธ์ สิ้นพานนท์ (2553: 142) และ ทิศนา แคมมณี (2559: 365) มาใช้ในการวิจัย ได้จัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจ 3) ขั้นอธิบาย 4) ขั้นขยายความรู้



ภาพที่ 4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ในขั้นนี้ครูจะต้องกระตุ้นความสนใจของนักเรียนผ่านกิจกรรมสั้น ๆ เพื่อมุ่งให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น หรือทบทวนความรู้เดิมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ จากนั้นครูนำเข้าสู่เกมคณิตศาสตร์ บอกรายชื่อเกม จุดประสงค์ของเกมและแนะนำอุปกรณ์ ระหว่างการดำเนินกิจกรรมในขั้นสร้างความสนใจครูสังเกตการสะท้อนอภิปรายของนักเรียนและประเมินผลระหว่างเรียนดังนี้

(1) การสะท้อนอภิปราย ในขั้นนี้ครูจะใช้คำถามกระตุ้นการสะท้อนอภิปรายเพื่อช่วยให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองจากการทำกิจกรรมในขั้นสร้างความสนใจ

(2) การประเมินระหว่างเรียน การประเมินในขั้นนี้ครูจะประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมมีส่วนร่วมในกิจกรรม การตอบคำถาม และการสะท้อนการรู้คิดของนักเรียน

2) ขั้นสำรวจ ครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนละความสามารถ ตัวแทนกลุ่มมารับเกม และเปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจรายละเอียดของเกม นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันวางแผน หายุทธวิธีในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ นักเรียนสามารถสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น รวบรวม ข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและสังเกตการสะท้อนอภิปรายของนักเรียนและประเมินผลระหว่างเรียน ดังนี้

(1) การสะท้อนอภิปราย ครูให้นักเรียนบันทึกวิธีการแก้ปัญหา ในแบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา ที่ครูกำหนดให้

(2) การประเมินระหว่างเรียน การประเมินในขั้นนี้ครูจะประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมมีส่วนร่วมในกิจกรรม และการสะท้อนการรู้คิดของนักเรียนจากแบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา

3) ขั้นอธิบาย ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่ม เพื่อเป็นการสะท้อนอภิปราย เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จครูกับนักเรียนร่วมเฉลยเกม จากนั้นสรุปวิธีการแก้ปัญหาพร้อมทั้งครูแนะนำยุทธวิธีแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ ครูสังเกตการสะท้อนอภิปรายของนักเรียนและประเมินผลระหว่างเรียน ดังนี้

(1) การสะท้อนอภิปราย แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อเป็นการสะท้อนอภิปราย

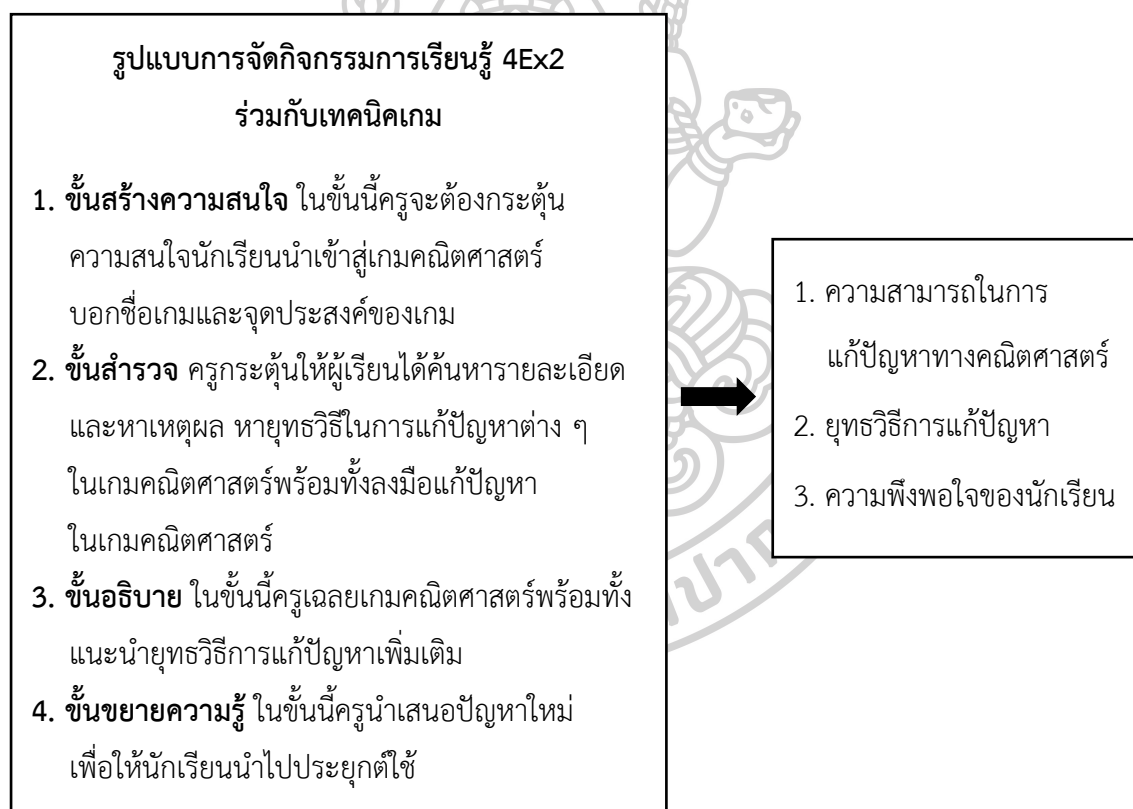
(2) การประเมินระหว่างเรียน ในขั้นนี้จะประเมินผลระหว่างเรียนจากการที่ครูสังเกตการสะท้อนอภิปรายจากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกลงในแบบบันทึกผลการสังเกตุยุทธวิธีแก้ปัญหา

4) **ชั้นขยายความรู้** ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาใหม่เพื่อให้นักเรียนนำไปประยุกต์ใช้ โดยการทำแบบฝึกหัด

(1) การสะท้อนอภิปราย ในขั้นนี้ครูใช้แบบฝึกหัดกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อน การความคิดออกมาจากการจากทำแบบฝึกหัดที่มีสถานการณ์ใหม่

(2) การประเมินระหว่างเรียน การประเมินผลระหว่างเรียน ในขั้นนี้จะประเมินผล ระหว่างเรียนเกี่ยวกับการ ประยุกต์ใช้ความรู้ และการเชื่อมโยงความรู้หรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง โดยครูประเมินจากแบบฝึกหัดของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้สรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยการจัด กิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัยการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ร่วมกับ เทคนิคเกม

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ประเภทการทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปรที่ศึกษา แบบแผนการวิจัย ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษา เครือข่ายที่ 9 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 1 ทั้งหมด 18 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ได้แก่

- 1) โรงเรียนบ้านโป่งเจ็ด
- 2) โรงเรียนโรตารี 1 บ้านพุน้ำร้อน
- 3) โรงเรียนบ้านพุบอนบน
- 4) โรงเรียนวัดยอดสุวรรณคีรี
- 5) โรงเรียนบ้านหินสี
- 6) โรงเรียนประชาพัฒนาวิทย์
- 7) โรงเรียนบ้านหนองโก
- 8) โรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน
- 9) โรงเรียนบ้านโป่งกระทิงล่าง
- 10) โรงเรียนบ้านเก่าต้นมะค่า
- 11) โรงเรียนวัดช่องลาภ
- 12) โรงเรียนน้ำตกห้วยสวนพลู
- 13) โรงเรียนบ้านร่องเจริญ
- 14) โรงเรียนอนุบาลบ้านคา

- 15) โรงเรียนบ้านบึง
- 16) โรงเรียนบ้านหนองจอก
- 17) โรงเรียนวัดหนองพันจันทร์
- 18) โรงเรียนบ้านลำพระ

มีจำนวน 18 ห้องเรียน นักเรียนทั้งสิ้น 329 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 28 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3.2 ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

ตัวแปรตาม คือ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ยุทธวิธีแก้ปัญหา
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

3.3 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ประเภทการทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) ดังต่อไปนี้

T ₁	X	T ₂
----------------	---	----------------

T₁ แทน การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

T₂ แทน การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังทดลอง

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง สมการและการแก้สมการ จำนวน 6 แผน โดยสอนแผนละ 2 ชั่วโมง จำนวน 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย กำหนดการสอน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการบวก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการลบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการคูณ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการหาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการบวก การลบ การคูณ การหาร ระคน

3.4.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.4.3 แบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

3.4.4 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

3.5 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

3.5.1 แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการมีลำดับมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.5.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา วารสารวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 และเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.5.1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนจะประกอบไปด้วยเกมคณิตศาสตร์ 1 เกม ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการบวก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการลบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการคูณ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการหาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการการบวก การลบ
การคูณ การหาร ระคน

นำแผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดทำขึ้น เสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และให้คำแนะนำ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (content validity) ความเหมาะสมของจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และความเหมาะสมของเกมคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือ ปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้อยู่ในรูปแบบของ ความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะปฏิบัติ (Practice) และด้านเจตคติ (Attitude)

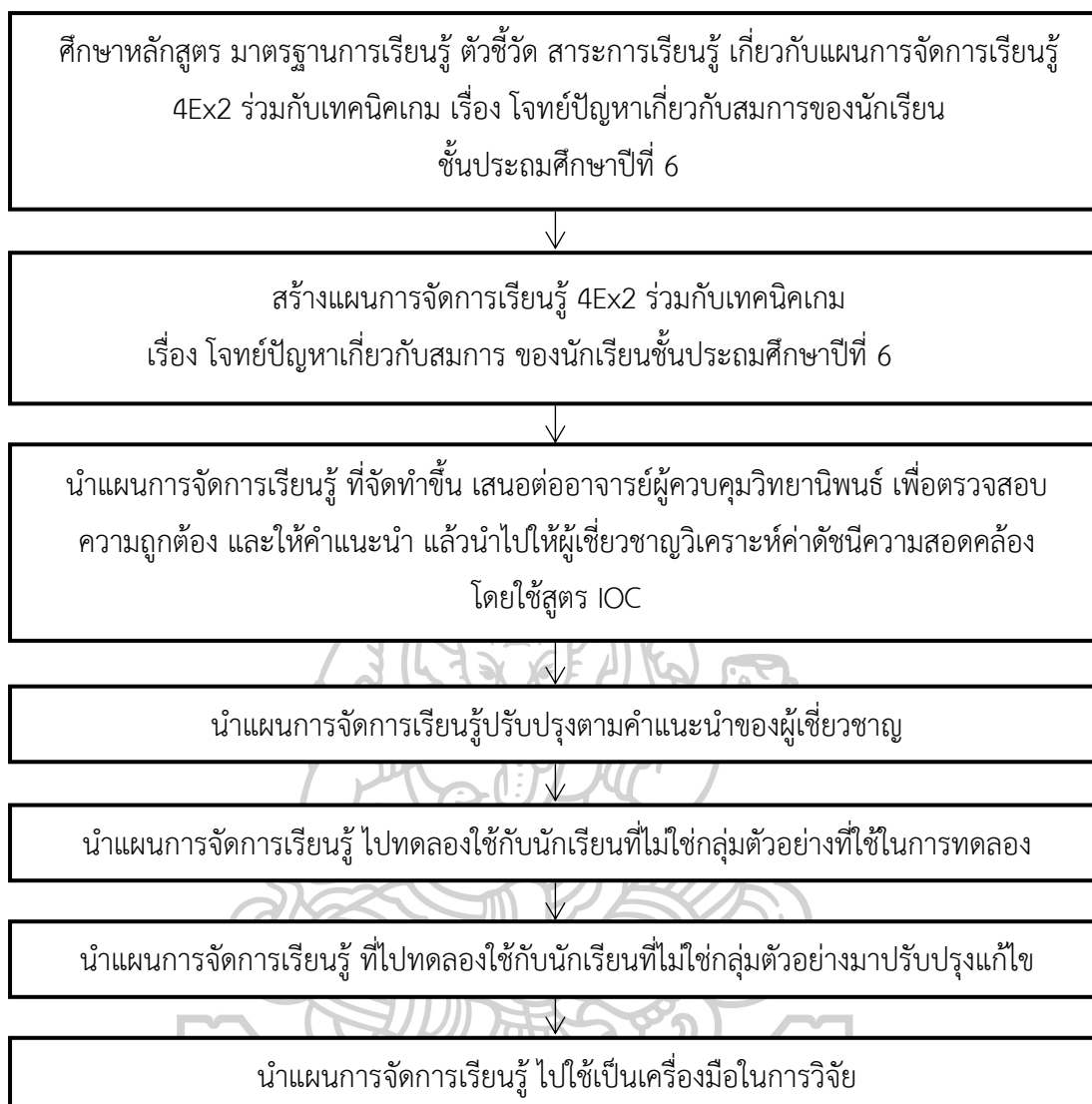
3.5.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้

3.5.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จำนวน 2 แผน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโป่งกระทิงล่าง จำนวน 21 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของกระบวนการ ขั้นตอน เวลา พบว่าครูผู้สอนและนักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ดี การดำเนินกิจกรรมมีการสลับไหลต่อเนื่อง มีความต่อเนื่องในด้านเนื้อหา ด้านความเข้าใจนักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพบว่าการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนยังไม่กล้าที่จะออกมานำเสนอ จึงได้มีการพูดกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนออกมานำเสนอส่วนเรื่องของเวลา พบว่ามีเวลาเหลือ 5 นาที ซึ่งครูสามารถใช้เวลาช่วงนี้ในการพูดคุยทำความเข้าใจกับนักเรียนได้

3.5.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาปรับปรุงแก้ไข

3.5.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 28 คน ต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปลำดับภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 4x2 ร่วมกับเทคนิคเกม

3.5.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.5.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา รูปแบบการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.5.2.2 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย 5 ข้อ ตามแนวคิดของ Wilson (1971) คือโดยกำหนดโครงสร้างของข้อสอบ 3 ข้อ เป็นระดับการนำไปใช้ (Application) กล่าวคือเป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือคล้ายกับแบบฝึกหัดที่เคยทำ และอีก 2 ข้อเป็นระดับการวิเคราะห์ (Analysis) กล่าวคือเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่

นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน มีคะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน และมีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากงานวิจัยของ วิลโล โพรซ์ซัน (2555: 112-113) และ นัชนัน แก้วประเสริฐ (2557: 39) มีรายละเอียดดังนี้

รายการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

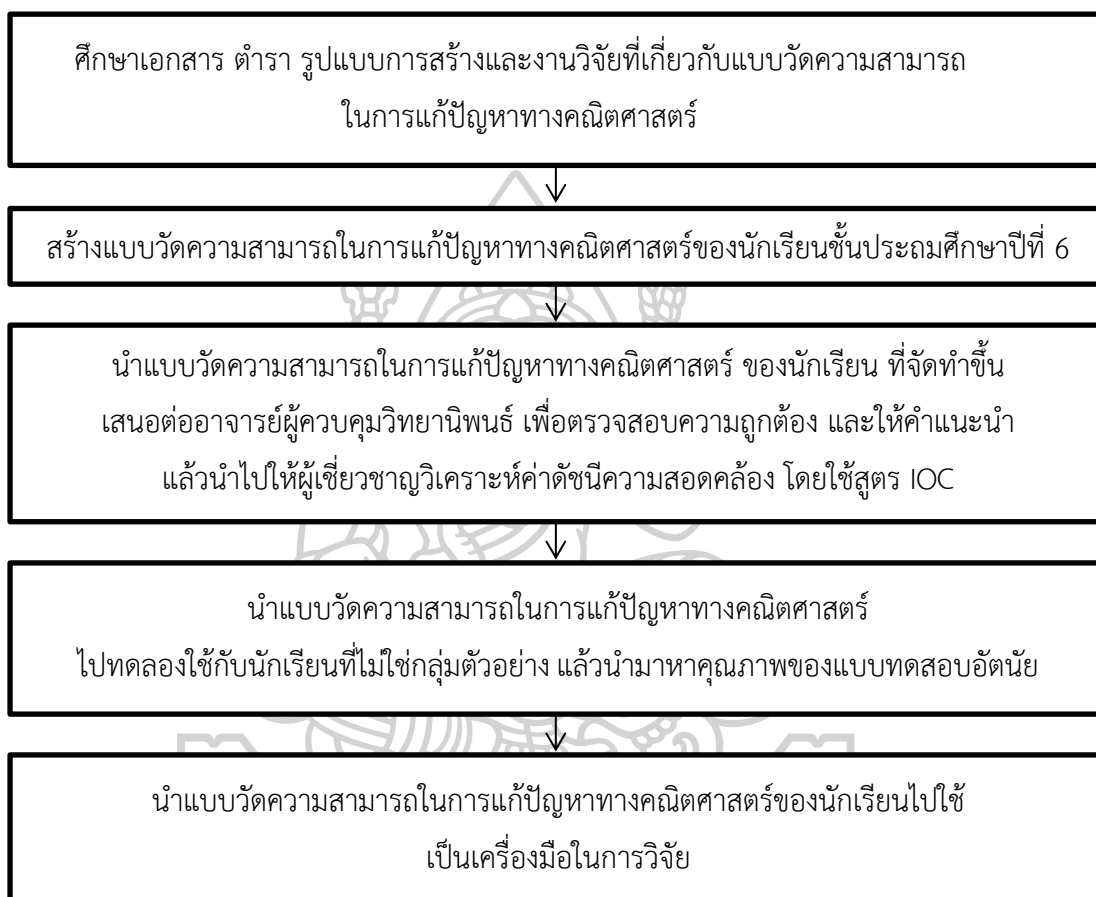
- 1) การทำความเข้าใจกับปัญหา 2 คะแนน พิจารณาจาก
 - (1) นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)
 - (2) นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)
- 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3 คะแนน พิจารณาจาก
 - (1) นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาได้ (1 คะแนน)
 - (2) นักเรียนให้เหตุผลในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ (1 คะแนน)
 - (3) นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)
- 3) การดำเนินการแก้ปัญหา 3 คะแนน
 - (1) นักเรียนเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)
 - (2) นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)
 - (3) นักเรียนคำนวณหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)
- 4) การสรุปคำตอบ 2 คะแนน
 - (1) นักเรียนสรุปคำตอบตามที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)
 - (2) นักเรียนตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)

3.5.2.3 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบพิจารณา และให้คำแนะนำ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อประเมินความตรงตามเนื้อหา แล้ววิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (มาเรียม นิลพันธุ์, 2553:177) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ส่วนเกณฑ์การประเมินพบว่าข้อ 1-5 มีค่า IOC 1.00 เป็นไปตามเกณฑ์ 0.50 ขึ้นไป

3.5.2.4 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโป่งกระติงบน จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาผ่านมาแล้ว จากนั้นนำมาหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัย โดยพิจารณาค่าความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.20 - 0.80 อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.55-0.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.25-0.30 และความเชื่อมั่นมีค่า 0.87 เป็นไปตามเกณฑ์ที่เหมาะสม

3.5.2.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 28 คน ต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.5.3 แบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.5.3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา รูปแบบการสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.5.3.2 สร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสังเกตคุณภาพ

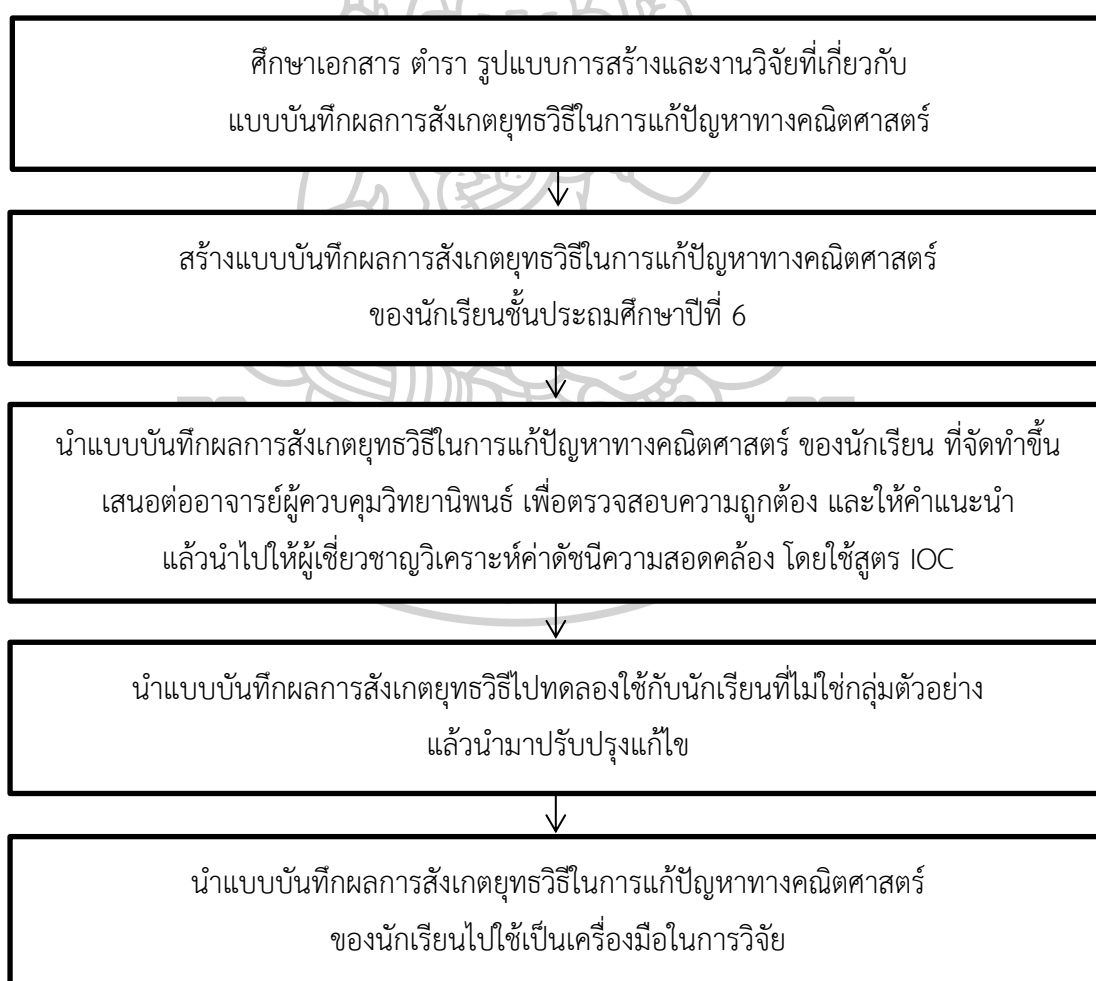
3.5.3.3 นำแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบพิจารณา และให้คำแนะนำ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน

3 ท่านเพื่อประเมิน แล้ววิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (มาเรียม นิลพันธุ์, 2553: 177) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่เหมาะสม

3.5.3.4 นำแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมวิธีไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโป่งกระทิงล่าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.5.3.5 นำแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 28 คน ต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.5.4 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม ข้อคำถามแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

3.5.4.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา วิธีสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4E x 2 ร่วมกับเทคนิคเกม

3.5.4.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม ข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ประเด็นละ 5 ข้อ

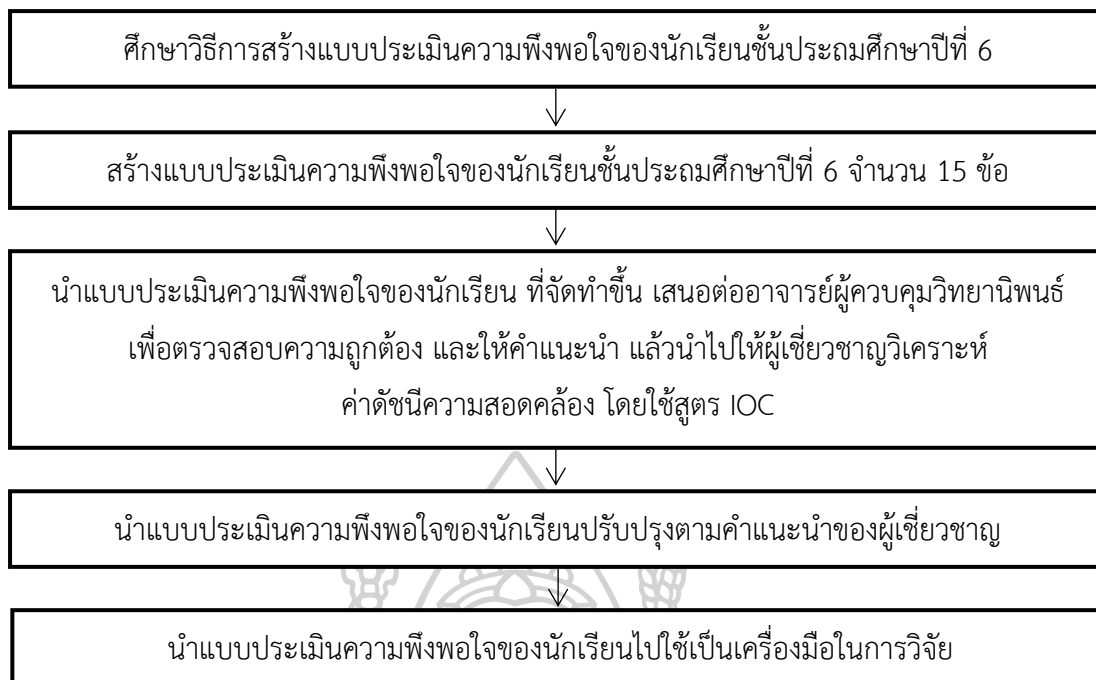
3.5.4.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณา ตรวจสอบโดยใช้สูตร IOC (มาเรียม นิลพันธุ์, 2553: 177) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

3.5.4.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

3.5.4.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยมีเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	พึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	พึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	พึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	พึงพอใจในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	พึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม สรุปได้ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

3.6 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 6 แผน เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง พร้อมทั้งใช้แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนสิงหาคม 2561

3) ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบฉบับเดียวกับข้อสอบที่ทำการทดสอบก่อนเรียน

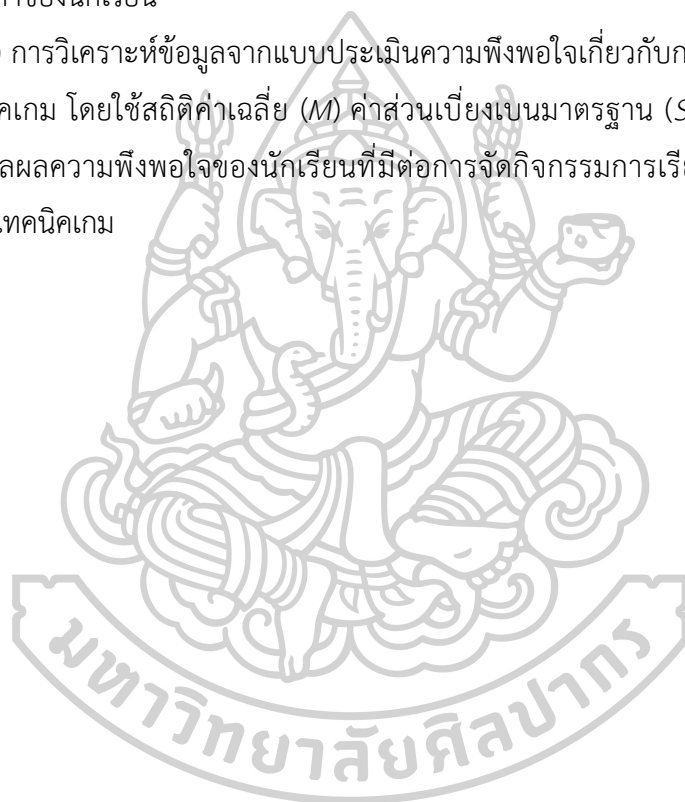
4) ผู้วิจัยทำการวัดแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา และผลจากการทำแบบประเมินความพึงพอใจ มาวิเคราะห์ข้อมูล

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ย (M) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้และหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ค่าสถิติการทดสอบค่าที่ (t -test) แบบ dependent

2) การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา เป็นการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content validity) เพื่อศึกษาการเลือกใช้วิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหานักเรียน

3) การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (M) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) แล้วนำไปเทียบกับ เกณฑ์การแปลผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม



บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ประเภทการทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่จัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 24.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.62 หลังการจัดการเรียนรู้พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.71 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	M	SD	t-test	P
ก่อนการจัดการเรียนรู้	28	50	24.50	2.62	-25.80	.000
หลังการจัดการเรียนรู้	28	50	40.71	2.40		

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าพฤติกรรมการที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหามากที่สุดคือวิธีการเขียนสมการ การทำงานแบบย้อนกลับ การเขียนแผนภาพ และการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบว่า ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเลือกใช้พฤติกรรมการแก้ปัญหาได้ไม่จำกัดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความถนัดของนักเรียน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พบว่า นักเรียนในแต่ละกลุ่มเลือกใช้พฤติกรรมการเขียนสมการทั้งหมดเป็นเพราะว่าการเรียนการเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่าต้องใช้วิธีการเขียนสมการ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 พบว่า นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการเลือกใช้พฤติกรรมการแก้ปัญหาทั้งหมด 4 พฤติกรรม พฤติกรรมที่นักเรียนเลือกมากที่สุด คือ การเขียนแผนภาพ การคาดเดาคำตอบและตรวจคำตอบ วิธีการเขียนสมการและการทำงานย้อนกลับ ตามลำดับ ซึ่งการเลือกใช้พฤติกรรมนี้ขึ้นอยู่กับความถนัดของนักเรียน จากการสังเกตนักเรียนพบว่า นักเรียนยังไม่ถนัดในแต่ละวิธีจึงมีการเลือกพฤติกรรมการที่หลากหลาย เพื่อค้นหาความถนัดของตนเองอีกด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พบว่า นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการเลือกใช้พฤติกรรมการแก้ปัญหาทั้งหมด 3 พฤติกรรม พฤติกรรมที่นักเรียนเลือกมากที่สุด คือ พฤติกรรมการทำงานย้อนกลับ พฤติกรรมเขียนสมการ และพฤติกรรมการเขียนแผนภาพ ตามลำดับ จากการสังเกตและสอบถามนักเรียนพบว่านักเรียนจะเลือกใช้พฤติกรรมการทำงานย้อนกลับก่อนแล้วจึงเลือกใช้พฤติกรรมการเขียนสมการ บางกลุ่มเลือกใช้พฤติกรรมการเขียนแผนภาพก่อนแล้วจึงเลือกใช้พฤติกรรมการเขียนสมการ จะเห็นได้ว่าไม่มีนักเรียนใดเลือกใช้พฤติกรรมการคาดเดาคำตอบแล้วเป็นเพราะว่านักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ทำให้เลือกวิธีการที่ง่ายและที่กลุ่มตัวเองถนัด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 พบว่า นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการเลือกใช้พฤติกรรมการแก้ปัญหาทั้งหมด 3 พฤติกรรม พฤติกรรมที่นักเรียนเลือกมากที่สุด คือ พฤติกรรมการเขียนสมการ พฤติกรรมการทำงานย้อนกลับ และพฤติกรรมการเขียนแผนภาพ ตามลำดับจากการสังเกตและสอบถามนักเรียนพบว่านักเรียน 2 กลุ่มที่เลือกใช้ 2 พฤติกรรมคือเลือกใช้พฤติกรรมการทำงานย้อนกลับก่อนจึงเลือกใช้พฤติกรรมการเขียนสมการ และพฤติกรรมการเขียนแผนภาพแล้วจึงใช้วิธีการเขียนสมการ ส่วนอีก 3 กลุ่มเลือกใช้พฤติกรรมการเขียนสมการเพียงพฤติกรรมเดียว เป็นเพราะว่านักเรียนได้เกิดการเรียนรู้แล้วเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับกลุ่มตนเอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พบว่า นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทั้งหมด 2 ยุทธวิธี ยุทธวิธีที่นักเรียนเลือกมากที่สุด คือ ยุทธวิธีการเขียนสมการ และยุทธวิธีการทำงานย้อนกลับ ตามลำดับจากการสังเกตและสอบถามนักเรียนพบว่านักเรียนในกลุ่มที่ 1-4 มีการเลือกใช้ยุทธวิธีการเขียนสมการเพียงอย่างเดียวในการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มที่ 5 ใช้ยุทธวิธีการทำงานย้อนกลับก่อนจึงใช้วิธีการเขียนสมการ เพราะว่ามีนักเรียนส่วนใหญ่เกิดการเรียนรู้อายุทธวิธีการเขียนสมการเป็นวิธีการที่ถนัดและเหมาะสมกับกลุ่มตนเองมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พบว่า นักเรียนทุกกลุ่ม มีการเลือกใช้ยุทธวิธีการเขียนสมการเพียงอย่างเดียวในการแก้ปัญหา

จากข้อมูลข้างต้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีการเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหตามความสามารถของแต่ละกลุ่ม ช่วงแรกจะใช้ยุทธวิธี 2 ยุทธวิธี ซึ่งเกิดการจากค้นหายุทธวิธีการที่เหมาะสมกับตัวเองซึ่งจะเรียนรู้จากรูปรธรรมเป็นนามธรรมจากนั้นหลังจากเกิดการเรียนรู้อายุทธวิธีเลือกใช้ยุทธวิธีการเดียวคือการเขียนสมการ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษายุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ยุทธวิธี	แผนที่	แผนที่	แผนที่	แผนที่	แผนที่	แผนที่	รวม
	1	2	3	4	5	6	
ยุทธวิธีการเขียนสมการ	5	2	3	5	5	5	25
ยุทธวิธีการทำงานย้อนกลับ	0	1	4	2	1	0	8
ยุทธวิธีการเขียนแผนภาพ	0	3	2	1	0	0	6
ยุทธวิธีการคาดเดาคำตอบ และตรวจคำตอบ	0	2	0	0	0	0	2

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับ เทคนิคเกม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.47 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยมีความพึงพอใจในด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 รองลงมาคือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.49 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.42 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

ที่	รายการ	M	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการจัดการเรียนรู้		4.49	0.59	มาก
1	นักเรียนชอบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม	4.43	0.69	มาก
2	การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	4.36	0.56	มาก
3	การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมทำให้นักเรียนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด	4.61	0.50	มากที่สุด
4	นักเรียนสามารถสรุปและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม	4.39	0.69	มาก
5	การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เรียนได้	4.64	0.49	มากที่สุด
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้		4.50	0.66	มาก
6	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	4.68	0.61	มากที่สุด
7	นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้	4.21	0.74	มาก
8	นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	4.61	0.57	มากที่สุด
9	นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน	4.54	0.69	มากที่สุด
10	การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้	4.46	0.64	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม		4.42	0.71	มาก
11	การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน	4.32	0.82	มาก
12	การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมทำให้นักเรียนทำงานเป็นระบบและรอบคอบ	4.39	0.69	มาก
13	การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น	4.39	0.74	มาก

ตารางที่ 4 ผลศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม (ต่อ)

ที่	รายการ	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความพึงพอใจ
14	การจัดการเรียนรู้4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมทำให้นักเรียนเป็นผู้มีความรับผิดชอบ	4.54	0.69	มากที่สุด
15	นักเรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่จากการจัดการเรียนรู้4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม	4.46	0.64	มาก
รวม		4.47	0.66	มาก



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่าง 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นั้น มีวัตถุประสงค์การวิจัยคือ 1) เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนแบบ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม 2) เพื่อศึกษากลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้อย่าง 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 28 คน ได้มา ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้อย่าง 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง สมการและการแก้สมการจำนวน 6 แผน โดยสอนแผนละ 2 ชั่วโมง จำนวน 12 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 3) แบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมวิธีในการแก้ปัญหา 4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้อย่าง 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่าง 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้อย่าง 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) การศึกษาพฤติกรรมการที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหามากที่สุดคือ วิธีการเขียนสมการ การทำงานแบบย้อนกลับ การเขียนแผนภาพ และการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ ตามลำดับ

3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้อย่าง 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มีระดับความพึงพอใจในภาพรวมที่ระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทุกด้าน มีระดับความพึงพอใจที่ระดับมาก

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลจากข้อค้นพบในการวิจัยครั้งนี้

1. จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ เป็นเพราะว่าการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4Ex2 ของ Marshall เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับตามกระบวนการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้ที่มีการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน โดยการผสมผสาน การสะท้อน อภิปัญญาอยู่ตลอดการเรียนรู้และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะทำให้ให้นักเรียนเข้าใจในทศน์อย่างลึกซึ้ง รวมถึงมีการประเมินระหว่างเรียนอยู่ตลอด ทำให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนและผู้สอนเกิดการพัฒนา ประกอบกับการใช้เทคนิคเกมเพราะจะมีส่วนช่วยให้เกิดความคิดเป็นรูปธรรม ช่วยเพิ่มบรรยากาศให้มีความสนุกสนานยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ รุงอรุณ ลีชะวณิช (2556: 20) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกม จะช่วยให้บรรยากาศการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อีกยิ่งขึ้น เกมคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการช่วยพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ การฝึกทักษะการคิดคำนวณที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงสามารถตอบสนองการเรียนรู้ตามความแตกต่างของแต่ละบุคคลและเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าเกมช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เกมยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่รวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ในขั้นนี้ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นผ่านกิจกรรมสั้น ๆ เช่น กิจกรรมจับคู่สมการ กิจกรรมสกุลเงิน เป็นต้น จากนั้นครูนำเข้าสู่เกมคณิตศาสตร์ บอกชื่อเกม จุดประสงค์ของเกมและแนะนำอุปกรณ์ ระหว่างการดำเนินกิจกรรมในขั้นสร้างความสนใจครูสังเกตการสะท้อนอภิปัญญาของนักเรียนจากการร่วมกิจกรรมและตอบคำถามต่าง ๆ และประเมินผลระหว่างเรียน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสอนคณิตศาสตร์ของ สสวท. (2555: 14-25) กล่าวว่าความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงจูงใจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงมีการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อเร้าใจเสียก่อน ดังนั้นการสร้างความสนใจจะช่วยให้นักเรียนเป็นแรงจูงใจทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ดี

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Explore) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถตัวแทนกลุ่มมารับเกม และเปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจรายละเอียดของเกม นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันลงมือเล่นเกมตามที่ รุงอรุณ ลีชะวณิช (2556: 20) ได้กล่าวว่า เกมช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาเป็นการประยุกต์เอาความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ยุ่งยากและซับซ้อน ดังนั้น เกมจึงมีส่วนช่วยในการพัฒนาการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่รวดเร็วและถูกต้องโดยวางแผน หายุทธวิธีในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ นักเรียนสามารถสำรวจตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สารที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาคือ ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาและใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมในการหาคำตอบด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในแบบบันทึกที่ครูกำหนดให้ ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและสังเกตการสะท้อนอภิปรายของนักเรียนจากการรวมกิจกรรมการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาและประเมินผลระหว่างเรียนจากแบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ในขั้นนี้ครูแนะนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหานี้หนึ่ง ๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาดีแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที ซึ่งยุทธวิธีที่เหมาะสมมี 4 วิธี คือ วิธีที่ 1 การเขียนภาพ วิธีที่ 2 การเขียนสมการวิธีที่ 3 การทำงานแบบย้อนกลับ วิธีที่ 4 การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ เพิ่มเติมจากที่นักเรียนได้นำเสนอ ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมครูสังเกตการสะท้อน อภิปรายยุทธวิธีการแก้ปัญหามาจากการที่นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหิต่าง ๆ หน้าชั้นเรียนพร้อมทั้งประเมินระหว่างเรียนแล้วร่วมกันสรุปผลการแข่งขันกลุ่มใดถูกและได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มที่ชนะ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Extend) ในขั้นนี้ ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนอภิปราย ออกมาจากการจากทำแบบฝึกทักษะที่มีสถานการณ์ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีแนวคิดของธอร์นไดค์ได้กล่าวว่าการฝึกหัดหรือการกระทำซ้ำ (The Law of Exercise or Repetition) ชี้ให้เห็นว่า การกระทำซ้ำหรือการฝึกหัดนี้ หากได้ทำบ่อย ๆ ฝึกซ้ำซ้ำทวนจะทำให้การกระทำนั้น ๆ ถูกต้องสมบูรณ์และมั่นคง

จากแนวคิดดังกล่าวยังสอดคล้องกับผลการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ของ สิริรัศม์ ผลขวัญโชติกา (2554) ได้ศึกษาผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบ 4Ex2 ที่มีต่อโครงสร้างความคิดหรือมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้เข้ารับการจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การสอนในรูปแบบ 4Ex2 มีโครงสร้างความคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้เข้ารับการจั

กิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4E×2 มีความสามารถในการ เช่นเดียวกับชลกานต์ ชมพู (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4E×2 ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีการพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น 2) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4E×2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เตือนใจ ครองญาติ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเกมฝึกทักษะการบวกและการลบเลขอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการเรียนด้วยเกมเพื่อฝึกทักษะการบวก และการลบเลขอย่างง่าย ลักษณะของเกมเป็นเกมคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการทดสอบหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และพิริยา เลิกชัยภูมิ (2557) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เกมทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการสอนโดยใช้เกมโดมิโน จำนวนเชิงซ้อนนำเข้าสู่บทเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการจำและ ด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการจำ ด้านการคิดวิเคราะห์และ ด้านการประยุกต์ใช้ ของนักเรียนที่มีระดับ ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จากผลการวิจัยพบว่ายุทธวิธีที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหามากที่สุดคือ วิธีการเขียนสมการ การทำงานแบบย้อนกลับ การเขียนแผนภาพ และการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ ตามลำดับในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาดีแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที ซึ่งการเลือกใช้ยุทธวิธีสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับเทคนิคเกมได้ ซึ่ง สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2555: 12-34) ได้กล่าวไว้ดังนี้

ยุทธวิธีการเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหา ในรูปแบบของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นหนดตัวแปรแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการหรืออสมการแสดง

ความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ นิยมมีการนำสมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ เช่น สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวกและสมบัติการคูณ จากนั้นต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการที่เป็นไปตามเงื่อนไข หากตรงตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาพีชคณิต จากการทดลองพบว่านักเรียนมีการเลือกใช้ยุทธวิธีนี้มากที่สุด เพราะเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการแก้สมการ

ยุทธวิธีการทำงานแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลสุดท้ายย้อนกลับขึ้นไปสู่เหตุของปัญหาโดยเริ่มจากผลสรุปที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น เป็นยุทธวิธีที่ใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาคำอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ จากการทดลองพบว่ายุทธวิธีนี้นักเรียนมีการเลือกใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-5

ยุทธวิธีการคาดเดาและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดรวมกับประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้มาสังเคราะห์เป็นข้อความคาดการณ์ จากนั้นจึงพิจารณาความถูกต้องของข้อความคาดการณ์ดังกล่าว หากคาดเดาผิดพลาดให้คาดเดาใหม่โดยอ้างอิงจากความผิดพลาดจากครั้งก่อน ๆ เป็นตัวกำหนดขอบเขตการคาดเดาในครั้งต่อไป ทั้งนี้นักเรียนควรเดาด้วยความสมเหตุสมผลและมีแนวทางที่แน่นอน เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นใกล้เคียงกับคำตอบที่ต้องการที่สุด จากการทดลองพบว่าวิธีนี้นักเรียนจะเลือกใช้มากที่สุดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และเลือกใช้จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ยุทธวิธีการเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น จากการทดลองพบว่ายุทธวิธีนี้นักเรียนจะเลือกใช้มากที่สุดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และเลือกใช้จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการแรกที่นักเรียนเลือกใช้เพราะเป็นวิธีการที่เป็นรูปธรรมทำให้นักเรียนอธิบายคำตอบได้ง่าย

นอกจากนี้ ผลการวิจัยในครั้งนี่ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชญาภา ใจโปร่ง (2554) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย เรื่อง ฟังก์ชัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระบายนัยสำคัญ .05 2) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนแสดงพฤติกรรมในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งคำอธิบายที่ชัดเจน

3. จากผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มีระดับความคิดเห็นในภาพรวมที่ระดับเห็นด้วยมาก ผลการจัดกิจกรรมข้างต้นจากบรรยากาศการจัดกิจกรรมจะเห็นว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ผ่านกิจกรรมเกม มีความสนุกสนานร่วมกับกิจกรรมตลอดเวลา เพราะการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาต้องแบบกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมก็เป็นเทคนิคหนึ่งที่เป็นการจัดกิจกรรมที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ซึ่งเกมถือว่าเป็นเครื่องมือในการจูงใจให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น การเล่นเกมประกอบการเรียนการสอนในระดับชั้นประถมศึกษาเพราะระดับชั้นนี้จะต้องอาศัยความสนุกสนานเพลิดเพลินนำไปสู่ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มากขึ้นดังที่ รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์ (2556: 9) ได้กล่าวว่า การบังคับนักเรียนให้เรียนจากบทเรียนหรือแบบฝึกหัดเป็นสิ่งที่ทำลายความต้องการที่แท้จริงและไม่สัมพันธ์กับธรรมชาติของเด็ก ดังนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นเพื่อให้เด็กเกิดความพร้อมทางคณิตศาสตร์ที่เด็กส่วนใหญ่ชอบคือ เกม เพราะว่าเด็กได้รับความสนุกสนานและความตื่นเต้นควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาทำให้ชอบคณิตศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น ทฤษฎีที่นำมาใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ การเล่นเกมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้ได้ดีสอดคล้องกับทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ รุ่งอรุณ ลียะวณิชย์ (2556: 6-7) ที่กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Approach) คือบุคคลเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่แล้ว ความสนใจและแรงจูงใจภายในพื้นฐาน โดยที่ความขัดแย้งทางปัญญาซึ่งเกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรองซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ ที่ได้รับการตรวจสอบทั้งตนเองและผู้อื่น ว่าสามารถแก้ปัญหานั้น ๆ ที่อยู่ในกรอบโครงสร้างนั้น และใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างโครงสร้างใหม่อื่น ๆ ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อุษณีย์ บุญเรืองนาม (2555) ได้การพัฒนาเกมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้ใช้แผนการสอนที่พัฒนาขึ้น ใช้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เตือนใจ ครอบญาติ (2556) ได้ทำการศึกษาเกมฝึกทักษะการบวกและการลบเลขอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการเรียนด้วยเกมพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเกมเพื่อฝึกทักษะการบวก และการลบเลขอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

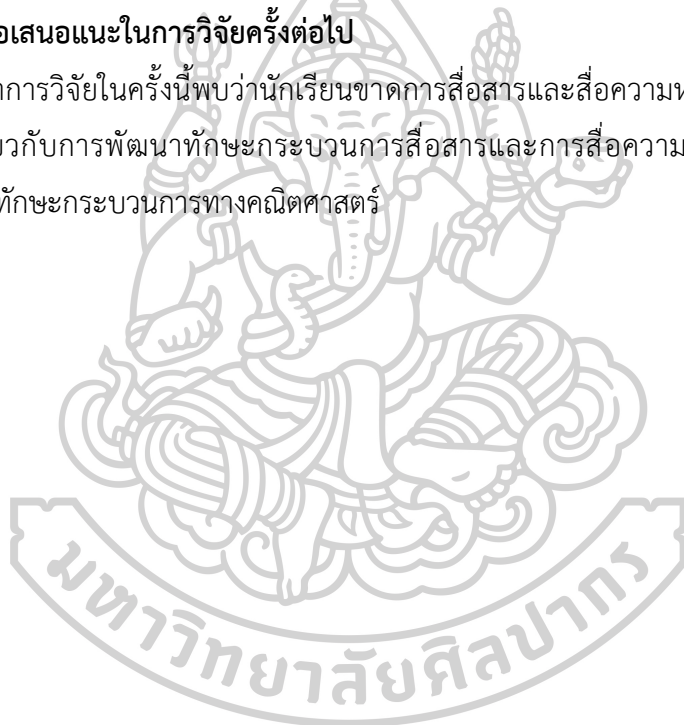
ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม มีการแบ่งนักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มซึ่งเกมจะมีการแข่งขัน พบว่านักเรียนที่เก่งจะมีบทบาทหรือดำเนินการในการทำกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้กลุ่มชนะ ในบางครั้งนักเรียนที่อ่อนจะไม่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมควรครุมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ให้กับนักเรียนทุก ๆ คนเพื่อที่จะให้นักเรียนที่อ่อนได้มีส่วนร่วม

2. การจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมพบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้แรก ๆ นักเรียนต้องปรับตัวกับกิจกรรมในรูปแบบนี้จึงใช้เวลาในการวางแผนการแก้ปัญหาค่อนข้างมาก ครุควรมีการวางแผนหรือยึดหยุ่นในเรื่องเวลาให้กับนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่านักเรียนขาดการสื่อสารและสื่อความหมายที่ดี ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชญาภา ใจโปร่ง. (2554). “กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาการสอนคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชลกาญต์ ชมพู่. (2559). “ผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีต่อ มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาการสอนคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). **การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง : แนวการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ในโลกความเป็นจริง**. กรุงเทพฯ: สมมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- เดือนใจ ครองญาติ. (2556). “เกมฝึกทักษะการบวกและการลบเลขอย่างง่ายสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสาร การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ทิพย์ภาภรณ์ อินทรอักษร. (2554). “ผลการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ทิตินา แคมมณี. (2559). **ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล. (2553). “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ 4 ขั้นตอน ของสเตอร์นเบิร์กและแนวคิดทิวริสติกส์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภสร เรือนโรจน์รุ่ง. (2558). “การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อการเรียนวิชา

- คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัชชนัน แก้วประเสริฐสุข. (2557). “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ วัสดุที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปริญญา ผลเจริญสุข. (2550). “การสร้างชุดฝึกพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พรชัย เชี่ยวปัญญาทอง. (2555). “ผลของเกมคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาผู้ใหญ่.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษานอกระบบโรงเรียน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พร ไชยฤกษ์. (2551). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกมคณิตศาสตร์ร่วมกับกิจกรรม กลุ่มย่อย.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิค การสอน 1.** กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พริยา เลิกชัยภูมิ. (2557). “ประสิทธิภาพการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เกมทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์จำกัด.
- รุ่งอรุณ ลีชะวณิชย์. (2556). **คู่มือครูคณิตศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์ด้วยเกม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.** ภาควิชาการวัดและการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรกมล วงศธรบุญรัมย์. (2557). “การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือของสสวท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- วรรณิ โสมประยูร. (2553). **เทคนิคการสอนภาษาไทย**. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้าวิชาการ.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2553). **รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรี กาญจน์กীরติ. (2554). **การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. เพชรบุรี: สาขาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- วิจารณ์ พาณิช. (2555). **วิธีการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- วิมลรัตน์ ศรีสุข. (2553). “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการรูปแบบการสร้างมโนทัศน์กับรูปแบบการแปลงเพื่อเสริมสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางการคิดอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษา.” **วารสารวิชาการ**, 13(2), 74-75.
- ศิริวรรณ พิริยะสุรวงศ์. (2554). **เอกสารประกอบการสอนวิชาการฝึกทักษะการจัดการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม).
- สกุล มูลแสง. (2554). **สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สายชล วนารัตน์. (2550). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT และการสอนปกติ.” **วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**.
- สาโรตม์ ศิโรตมานนท์. (2554). **คู่มือนิเทศกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ : เกมประกอบการเรียนการสอน**. ชัยภูมิ: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 1.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. **รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ**. เข้าถึงเมื่อ 10 ธันวาคม 2559. เข้าถึงได้จาก ฐานข้อมูล <http://bet.obec.go.th/>
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). **สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริรัศม์ ผลขวัญโชติกา. (2554). “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3.” **วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**.

- สุคนธ์ สิ้นพานนท์. (2553). **นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรีนติ้ง.
- สุธารรัตน์ สมรรถการ. (2556). “ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุภัทรา สิริรุ่งเรือง. (2554). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2545). **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ. (2550). **กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). **21 วิธีการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- โสมจิรา พรหมบัวดี. (2553). “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยเน้น กระบวนการคิดและการใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย.” การค้นคว้าอิสระ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรทัย อินตา. (2555). **วิธีการสอนประถมศึกษา 1**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ส.การพิมพ์.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2554). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร. (2559). **กลวิธีการสอนคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา**. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์.
- อุษณี บุญเรืองนาม. (2555). “การพัฒนาเกมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.” ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาษาต่างประเทศ

- BSCS. (2006). **The BSCS 5 E instructional model: origins, effectiveness, and Applications**. Available from http://www.bscs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Executive_Summary_0.pdf

- Gallegos, I., & Flores, A. (2010, May). "Using Student-Made Game to Learn Mathematics." *Journal of Research in Mathematics Education: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 405-417.
- Hart, L. C. (1993, March). "Some Factor That Impede or Enhance Performance in Mathematical Problem Solving." *Journal for Research of Mathematics Education*, 24(2), 167-169.
- Jurdak, M., & Ibrahim, M. (2006, August). "The facilitating effect of structured game in mathematics." *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 335-340
- Marshall, J. C. (2008). *Succeeding with Inquiry in Science and Math Classrooms*. 1st ed. Alexandria, Egypt: Ascd.
- Marshall, J., Horton, C., & Smart. (2008). "4Ex2 Instructional Model: Uniting Three Learning Constructs to Improve Praxis in Science and Mathematics Classrooms." Research paper presented at Association of Science Teacher Education (ASTE) international conference. St. Louis, MO.
- Moga, A. (2012). "Metacognitive Training Effects on Students Mathematical Performance from Inclusive Classrooms." Doctoral dissertation, Psychology and Educational Science, Babeş-Bolyai University.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday Company.
- Reys, R. E., Tougaw, M. N., & William, P. (1993). "A study of the effect of using an "open approach" to teaching mathematics upon the mathematical problem-solving behaviors of secondary school students." Dissertation Ph.D. Illinois: Southern Illinois University at Carbondale. Retrieved June 11, 2008, from Dissertations & Theses: A&I database. (PublicationNo.AAT9 4 0 3 1 2 0) . <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=744714561&sid=1&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&VName=PQD>
- Williams, K. M. (2003, March). "Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance." *Mathematics Teacher*, 96(3), 185-187.

Wilson, W. (1971). "Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics."
In **Handbook and Formative Evaluation of Student Learning**. Edit by
Benjamin S. Bloom. U.S.A.: McGraw – Hill.





ภาคผนวก



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่	ชื่อ - สกุล	สถานที่ทำงาน
1	อาจารย์ ดร.กนิษฐา เขาวีวัฒนกุล	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
2	อาจารย์ ดร.กมลทิพย์ ศรีหาเศษ	ภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
3	นายคมกฤษณ์ สุขวิวัฒน์	ศึกษานิเทศก์ ศึกษานิเทศก์จังหวัดราชบุรี





ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	สรุปการ ประเมิน
สาระสำคัญ							
ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ กิจกรรมการเรียนรู้	0.67	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ เนื้อหา	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับ ผลการเรียนรู้	0.67	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ผลการเรียนรู้							
ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้กับ กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้กับ การวัดและการประเมินผล	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
จุดประสงค์การเรียนรู้							
ความสอดคล้องของจุดประสงค์การ เรียนรู้กับสาระสำคัญ	0.67	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของจุดประสงค์การ เรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	1	ผ่าน เกณฑ์
เนื้อหา							
ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับผลการ เรียนรู้	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับ กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับ การวัดและการประเมินผล	1	0.67	1	0.67	1	1	ผ่าน เกณฑ์
สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	1	0.67	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์

รายการประเมิน	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	สรุปการ ประเมิน
ความสอดคล้องของสื่อ/แหล่งการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	0.67	1	0.67	0.67	1	0.67	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของสื่อ/แหล่งการเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	1	0.67	1	1	0.67	1	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของสื่อ/แหล่งการเรียนรู้กับเนื้อหา	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
กิจกรรมการเรียนรู้							
กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ชั้นสร้างความสนใจมีความเหมาะสม	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	1	ผ่าน เกณฑ์
ชั้นสำรวจมีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ชั้นอภิปรายมีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
ชั้นขยายความรู้มีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	ผ่าน เกณฑ์
การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้							
ความสอดคล้องของการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	ผ่าน เกณฑ์
ความสอดคล้องของการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	0.67	1	1	0.67	1	0.67	ผ่าน เกณฑ์

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแบบวัดความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแบบวัดความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ข้อ ที่ 1	ข้อ ที่ 2	ข้อ ที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อ ที่ 5	สรุปการ ประเมิน
ข้อคำถาม	1	1	1	1	1	ผ่านเกณฑ์
เกณฑ์การให้คะแนน						
1. การทำความเข้าใจกับปัญหามีความ 1.1 นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง 1.2 นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้อย่างถูกต้อง	1	1	1	0.67	0.67	ผ่านเกณฑ์
2. การวางแผนการแก้ปัญหา 2.1 นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาได้ 2.2 นักเรียนให้เหตุผลในการเลือกใช้วิธีการ แก้ปัญหาดังกล่าวได้ 2.3 นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้อย่าง ถูกต้อง	1	1	1	0.67	0.67	ผ่านเกณฑ์
3. การดำเนินการแก้ปัญหา 3.1 นักเรียนเขียนแสดงขั้นตอนการ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง 3.2 นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ได้อย่าง ถูกต้อง 3.3 นักเรียนคำนวณหาคำตอบได้อย่าง ถูกต้อง	1	1	1	0.67	0.67	ผ่านเกณฑ์
4. การสรุปคำตอบ 4.1 นักเรียนสรุปคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ ได้อย่างถูกต้อง 4.2 นักเรียนตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง	1	1	1	0.67	0.67	ผ่านเกณฑ์

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกผลการสังเกตยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกผลการสังเกตยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	ความคิดเห็น			รวม	IOC	สรุปผล
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีความเหมาะสม	1	1	0	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
ประเด็นในการสังเกตมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม

รายการประเมิน	ความคิดเห็น			รวม	IOC	สรุปผล
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
ด้านการจัดการเรียนรู้						
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหา	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสรุปและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้						ผ่านเกณฑ์
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	1	0	1	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสนุกสนาน น่าสนใจ	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
10. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเรื่องที่ทำท่ายความสามารถของนักเรียน	1	1	0	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม						
11. การจัดการเรียนรู้ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
13. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น	1	0	1	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
14. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์
15. นักเรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	ผ่านเกณฑ์



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแก้ปัญหเกี่ยวกับสมการ		เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวธาริณี ชื่นบาน		โรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด :

- มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา
- ตัวชี้วัด ค 4.2 ป.6/1 เขียนสมการจากสถานการณ์หรือปัญหา และแก้สมการ พร้อมทั้งตรวจคำตอบ
- มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

สาระสำคัญ

เมื่อโจทย์ปัญหาไม่ได้กำหนดตัวไม่ทราบค่ามาให้ การแก้โจทย์ปัญหาทำได้โดย สมมุติตัวไม่ทราบค่า วิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อเขียนสมการจากโจทย์ และแสดงวิธีแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันของการบวก การลบ การคูณ และการหาร จากนั้นจึงแทนค่าคำตอบลงในสมการเพื่อตรวจสอบว่าได้สมการที่เป็นจริงหรือไม่

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม
2. นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหเกี่ยวกับสมการได้
3. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของการนำความรู้เรื่องการแก้ปัญหเกี่ยวกับสมการได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการมีฤทธิ์วิธีในการหาคำตอบ ดังนี้

วิธีที่ 1 การเขียนภาพ

วิธีที่ 2 การเขียนสมการ

วิธีที่ 3 การทำงานแบบย้อนกลับ

วิธีที่ 4 การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ

ตัวอย่าง นักท่องเที่ยวรอนั่งเรือชมหิ่งห้อยจำนวน 42 คน มีเรืออยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งเรือแต่ละลำบรรทุกนักท่องเที่ยวได้ 7 คน ต้องใช้เรือบรรทุกนักท่องเที่ยวทั้งหมดกี่ลำ

วิธีที่ 1 การเขียนภาพ

นำจำนวนนักท่องเที่ยวมาแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 7 คน



ดังนั้น จะต้องใช้เรือทั้งหมด 6 ลำ

วิธีที่ 2 การเขียนสมการ

$$42 \div 7 = \quad \text{ง}$$

$$\text{ง} = 6$$

วิธีที่ 3 การทำงานแบบย้อนกลับ

นำจำนวนนักท่องเที่ยวหารด้วยขนาดการบรรทุกได้ของเรือ จะได้คำตอบ

$$42 \div 7 = 6$$

ดังนั้นคำตอบคือ 6

วิธีที่ 4 การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ

สมมติคำตอบเท่ากับ 6 แล้วนำไปตรวจสอบ คือ

นักท่องเที่ยวรอนั่งเรือชมหิ่งห้อยจำนวน 42 คน มีเรืออยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งเรือแต่ละลำบรรทุกนักท่องเที่ยวได้ 7 คน ต้องใช้เรือบรรทุกนักท่องเที่ยวทั้งหมด 6 ลำดับ ดังนั้นคำตอบ 6 จึงถูกต้อง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวชี้วัดที่ 6.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

แบบฝึกทักษะ เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการ 5

การวัดผลและประเมินผล

ประเด็นการวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	1.สังเกตจากการออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาแล้วบันทึกในแบบสังเกต ยุทธวิธี2.ตรวจการเลือกใช้ยุทธวิธีจากแบบบันทึกการแก้ปัญหา	แบบสังเกตยุทธวิธี แบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา	มีการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาและสามารถให้เหตุผล ถือว่าผ่าน
นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการได้	1.ตรวจสอบความถูกต้องขณะเล่นเกม 2.ตรวจแบบฝึกทักษะ	เกมบันไดงูสมการ แบบฝึกทักษะ	นักเรียนสามารถทำคะแนนกลุ่มได้มากกว่า 10คะแนนขึ้นไป
นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ	ตรวจแบบฝึกทักษะ	แบบฝึกทักษะ	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถบอกประโยชน์การนำความรู้เรื่องการเขียนประโยคสัญลักษณ์

ประเด็นการวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
สมการได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน			ที่มีตัวไม่ทราบค่าไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเข้าร่วมกิจกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะ	นักเรียนร้อยละ 80 มีคุณลักษณะอยู่ในระดับดี

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันใส่ตัวเลข 1-9 เพื่อให้สมการในตารางเป็นจริงโดยสามารถใส่ตัวเลขได้ครั้งเดียวเท่านั้น

	x	5	-		=	13
x		+		+		
	-		+		=	12
+		÷		x		
	+	6	-		=	7
=		=		=		
20		1				77

ครูทำเช่นนี้ เพื่อเป็นกระตุ้นให้นักเรียนการสะท้อนอภิปรายออกมา ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมครูจะประเมินผลระหว่างเรียน จากการสังเกตการร่วมกิจกรรมจากการตอบคำถาม การสะท้อนอภิปรายของนักเรียน

2. จากนั้นครูบอกชื่อเกม “บันไดงูสมการ” จุดประสงค์ของการเล่นเกมนี้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการได้

ขั้นสำรวจ

3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 คน คละความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน
4. ครูอธิบายวิธีการเล่นเกม “บันไดงูสมการ” แนะนำอุปกรณ์ต่าง ๆ กฎกติกาในการเล่น เกม มีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์

1. กระดานบันไดงู พร้อมอุปกรณ์การเดิน
2. บัตรโจทย์ปัญหา

กฎกติกา

ใช้เวลาในการเล่นเกม 30 นาที โจทย์ปัญหา 5 ข้อแต่ละข้อมีคะแนน 5 คะแนน คะแนนทั้งหมด 25 คะแนน กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

วิธีการเล่น

1. ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มออกมารับบัตรโจทย์ปัญหาสมการ
2. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวางแผนพร้อมตอบคำถามจากโจทย์ปัญหาให้ครบทุกข้อ
3. เริ่มเล่นโดยส่งตัวแทนสมาชิกแต่ละกลุ่มมาเล่นเกมบันไดงูสมการโดยกำหนดให้กลุ่มไหนเริ่มเล่นก่อน โดยตัวแทนสุม์หยิบคำถามถ้าตอบคำถามได้จึงจะมีสิทธิหย่อนลูกเต๋าเพื่อเดินในบันไดงู ถ้าตอบผิดให้กลุ่มต่อไปเป็นคนตอบคำถาม
4. กลุ่มใดถึงเส้นชัยก่อนกลุ่มนั้นเป็นผู้ชนะ

การจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์ กำหนดผู้เข้าแข่งขันทั้งหมด 150 คน โดยแต่ละชั้น
ส่งผู้เข้าร่วมแข่งขันเท่า ๆ กัน จะส่งผู้เข้าร่วมแข่งขันได้ห้องละกี่คน

ครูดวงใจซื้ออุปกรณ์การเรียนชุดละ 195 บาท แจกนักเรียนทุกคน ครูดวงใจจ่ายเงิน
ค่าอุปกรณ์จำนวน 23400 บาท โรงเรียนนี้มีนักเรียนทั้งหมดกี่คน

สถานีรถไฟมีผู้โดยสาร 1705 คน เจ้าหน้าที่จัดให้ผู้โดยสารขึ้นรถไฟตู้เท่า ๆ กัน
โดยแต่ละตู้ผู้โดยสารได้ 155 คน รถไฟขบวนนี้มีทั้งหมดกี่ตู้

คุณยายทำขนมชั้นจำนวนหนึ่ง แบ่งใส่ถาด ถาดละ 45 ชั้น ได้ทั้งหมด 15 ถาด
คุณยายทำขนมชั้นทั้งหมด กี่ชั้น

ปุ๋ยฝ้ายมีส้มโอจำนวนหนึ่ง แบ่งใส่ถุง ถุงละ 3 ลูก ได้ทั้งหมด 25 ถุง
ปุ๋ยฝ้ายมีส้มโอทั้งหมดกี่ลูก

5. จากนั้นครูอธิบายวิธีการบันทึกในแบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามประเด็นที่สงสัย เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าใจรายละเอียดเกี่ยวกับเกมแล้วจึงให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเล่นเกม

6. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันลงมือเล่นเกม โดยวางแผน หายุทธวิธีในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ นักเรียนสามารถสำรวจตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในแบบบันทึกที่ครูกำหนดให้

7. ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและสังเกตการสะท้อนอภิปรายของนักเรียนจากการร่วมกิจกรรมการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาและประเมินผลระหว่างเรียนจากแบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา

ชั้นอธิบาย

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อเป็นการสะท้อนอภิปรายของนักเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

9. ครูแนะนำยุทธวิธีการแก้ปัญหา 4 วิธี คือ วิธีที่ 1 การเขียนภาพ วิธีที่ 2 การเขียนสมการวิธีที่ 3 การทำงานแบบย้อนกลับ วิธีที่ 4 การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ เพิ่มเติมจากที่นักเรียนได้นำเสนอ

10. ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมครูสังเกตการสะท้อนอภิปรายยุทธวิธีการแก้ปัญหาจากการที่นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ หน้าชั้นเรียนพร้อมทั้งประเมินระหว่างเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการแข่งขันกลุ่มใดถูกและได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มที่ชนะ

ชั้นขยายความรู้

12. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนอภิปราย ออกมาจากการทำแบบฝึกทักษะที่มีสถานการณ์ใหม่

13. ครูประเมินผลระหว่างเรียนจากการตรวจแบบฝึกทักษะ เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการ 5

สื่อการเรียนรู้

1. เกมบันไดงูสมการ พร้อมอุปกรณ์การเดิน
2. บัตรโจทย์ปัญหา
3. แบบฝึกทักษะ เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการ 5

เกมบันไดงูสมการ

จุดประสงค์ของเกม

นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการได้

อุปกรณ์

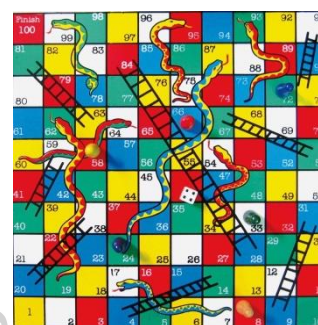
1. กระดานบันไดงู พร้อมอุปกรณ์การเดิน
2. บัตรโจทย์ปัญหา

กฎกติกา

ใช้เวลาในการเล่นเกม 30 นาที โจทย์ปัญหา 5 ข้อแต่ละข้อมีคะแนน 5 คะแนน คะแนนทั้งหมด 25 คะแนน กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

วิธีการเล่น

1. ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มออกมาจับบัตรโจทย์ปัญหาสมการ
2. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวางแผนพร้อมตอบคำถามจากโจทย์ปัญหาให้ครบทุกข้อ
3. เริ่มเล่นโดยส่งตัวแทนสมาชิกแต่ละกลุ่มมาเล่นเกมบันไดงูสมการโดยกำหนดให้กลุ่มไหนเริ่มเล่นก่อน โดยตัวแทนสุ่มหยิบคำถามถ้าตอบคำถามได้จึงจะมีสิทธิทอยลูกเต๋าเพื่อเดินในบันไดงู ถ้าตอบผิดให้กลุ่มต่อไปเป็นคนตอบคำถาม
4. กลุ่มใดถึงเส้นชัยก่อนกลุ่มนั้นเป็นผู้ชนะ



การจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์ กำหนดผู้เข้าแข่งขันทั้งหมด 150 คน โดยแต่ละชั้นส่งผู้เข้าร่วมแข่งขันเท่า ๆ กัน จะส่งผู้เข้าร่วมแข่งขันได้ห้องละกี่คน

ครูดวงใจซื้ออุปกรณ์การเรียนชุดละ 195 บาท แจกนักเรียนทุกคน ครูดวงใจจ่ายเงินค่าอุปกรณ์จำนวน 23400 บาท โรงเรียนนี้มีนักเรียนทั้งหมดกี่คน

สถานีรถไฟมีผู้โดยสาร 1705 คน เจ้าหน้าที่จัดให้ผู้โดยสารขึ้นรถไฟตู้เท่า ๆ กันโดยแต่ละตู้ผู้โดยสารได้ 155 คน รถไฟขบวนนี้มีทั้งหมดกี่ตู้

คุณยายทำขนมชั้นจำนวนหนึ่ง แบ่งใส่ถาด ถาดละ 45 ชั้น ได้ทั้งหมด 15 ถาด
คุณยายทำขนมชั้นทั้งหมด กี่ชั้น

ปุ๋ยฝ้ายมีส้มโอจำนวนหนึ่ง แบ่งใส่ถุง ถุงละ 3 ลูก ได้ทั้งหมด 25 ถุง
ปุ๋ยฝ้ายมีส้มโอทั้งหมดกี่ลูก



ชื่อ.....
 ชั้น เลขที่

แบบฝึกทักษะ

เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการจากข้อความต่อไปนี้

1. ลูกเสือกองหนึ่งมี 488 คน แบ่งเป็นหมู่ หมู่ละ 8 คน ลูกเสือกองนี้มีทั้งหมดกี่หมู่

1.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

1.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

1.3 สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด

.....

1.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้

.....

1.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

.....

.....

.....

ตอบ

1.6 สรุปคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

2. พี่งฟ้ามีเงินจำนวนหนึ่ง แบ่งให้น้อง 5 คน คนละเท่า ๆ กัน น้องได้เงินคนละ 256 บาท พี่งฟ้ามีเงินกี่บาท

2.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

.....

2.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

2.3 สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด

.....

2.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้

.....

2.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.6 สรุปคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินคุณลักษณะ

การมุ่งมั่นในการทำงาน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับปฏิบัติการ			หมายเหตุ
		3	2	1	
การมุ่งมั่น ในการทำงาน	1. ทุ่มเททำงานอดทน ไม่ย่อท้อต่อ ปัญหา และอุปสรรคในการทำงาน				
	2. พยายามแก้ปัญหาและอุปสรรคใน การทำงานให้สำเร็จ				
	3. ชื่นชมผลงานด้วยความภาคภูมิใจ				

พฤติกรรมบ่งชี้	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
1. ทุ่มเททำงานอดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหา และอุปสรรคใน การทำงาน	ตั้งใจต่อการปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และ รับผิดชอบในการ ทำงานจนสำเร็จ	ตั้งใจต่อการปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และ รับผิดชอบในการ ทำงานแต่ต้องได้รับการ ตักเตือนจากเพื่อน ในกลุ่ม	ไม่ตั้งใจต่อการปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และไม่มี รับผิดชอบในการ ทำงาน และ ไม่ สามารถทำงานได้ สำเร็จ
2. พยายามแก้ปัญหา และอุปสรรคใน การทำงานให้ สำเร็จ	ทุ่มเทการทำงาน อดทนต่อปัญหาในการ ทำงานและพยายาม แก้ปัญหาในการทำงาน ให้สำเร็จ ด้วยตนเอง	ทุ่มเทการทำงาน อดทนต่อปัญหาในการ ทำงาน แก้ปัญหาใน การทำงานให้สำเร็จ โดยต้องได้รับการ ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม	ไม่ทุ่มเทการทำงาน ไม่อดทนต่อปัญหาใน การทำงาน และไม่ พยายามที่จะ แก้ปัญหา ในการ ทำงานด้วยตัวเอง
3. ชื่นชมผลงาน ด้วย ความภาคภูมิใจ	ชื่นชมผลงานของกลุ่ม ตนเอง และกลุ่มอื่น ด้วยความภาคภูมิใจ	ชื่นชมผลงานของกลุ่ม ตนเอง ไม่ชื่นชมผลงาน กลุ่มอื่น	ไม่ชื่นชมผลงานของ ตนเองและของกลุ่ม อื่น

เกณฑ์การให้คะแนน

8 – 9 คะแนน ดี

6 – 7 คะแนน พอใช้

3 – 4 คะแนน ปรับปรุง

ลงชื่อ _____ ผู้ประเมิน

(_____)

_____ / _____ / _____



แบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา

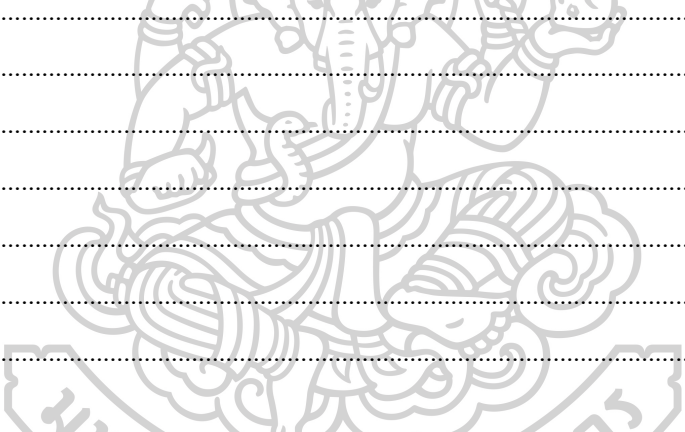
กลุ่มที่

วันเวลา.....ครั้งที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันบันทึกวิธีการแก้ปัญหา

การจัดการแข่งขันคณิตศาสตร์ กำหนดผู้เข้าแข่งขันทั้งหมด 150 คน โดยแต่ละชั้น
ส่งผู้เข้าร่วมแข่งขันเท่า ๆ กัน จะส่งผู้เข้าร่วมแข่งขันได้ห้องละกี่คน

วิธีการแก้ปัญหา



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ครูดวงใจซื้ออุปกรณ์การเรียนชุดละ 195 บาท แจกนักเรียนทุกคน ครูดวงใจจ่ายเงินค่าอุปกรณ์
จำนวน 23400 บาท โรงเรียนนี้มีนักเรียนทั้งหมดกี่คน

วิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานีรถไฟมีผู้โดยสาร 1705 คน เจ้าหน้าที่จัดให้ผู้โดยสารขึ้นรถไฟตู้เท่า ๆ กันโดยแต่ละตู้
จุผู้โดยสารได้ 155 คน รถไฟขบวนนี้มีทั้งหมดกี่ตู้

วิธีการแก้ปัญหา



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การแก้ปัญหเกี่ยวกับสมการ		เวลา 2 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวธารณี ชื่นบาน		โรงเรียนบ้านโป่งกระทิงบน

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด :

- มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา
- ตัวชี้วัด ค 4.2 ป.6/1 เขียนสมการจากสถานการณ์หรือปัญหา และแก้สมการ พร้อมทั้งตรวจคำตอบ
- มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.6/1, ป.6/2, ป.6/3, ป.6/4, ป.6/5

สาระสำคัญ

เมื่อโจทย์ปัญหาไม่ได้กำหนดตัวไม่ทราบค่ามาให้ การแก้โจทย์ปัญหาทำได้โดย สมมุติตัวไม่ทราบค่า วิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อเขียนสมการจากโจทย์ และแสดงวิธีแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันของการบวก การลบ การคูณ และการหาร จากนั้นจึงแทนค่าคำตอบลงในสมการเพื่อตรวจสอบว่าได้สมการที่เป็นจริงหรือไม่

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม
2. นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหเกี่ยวกับสมการได้
3. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของการนำความรู้เรื่องการแก้ปัญหเกี่ยวกับสมการได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการมีฤทธิ์วิธีในการหาคำตอบ ดังนี้

วิธีที่ 1 การเขียนภาพ

วิธีที่ 2 การเขียนสมการ

วิธีที่ 3 การทำงานแบบย้อนกลับ

วิธีที่ 4 การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ

ตัวอย่าง ร้านค้ามีโทรศัพท์ ข ขายไปได้ 12 เครื่อง เหลือโทรศัพท์อีก 21 เครื่อง
ร้านค้ามีโทรศัพท์ทั้งหมดกี่เครื่อง

วิธีที่ 1 การเขียนภาพ

จำนวนโทรศัพท์ที่ขายไป



จำนวนโทรศัพท์ที่เหลือ



เมื่อนำมารวมกันก็จะได้จำนวนโทรศัพท์ทั้งหมดที่ร้านค้าแห่งนี้มี



ดังนั้นร้านค้าแห่งนี้มีโทรศัพท์ทั้งหมด 33 เครื่อง

วิธีที่ 2 การเขียนสมการ

$$x - 12 = 21$$

$$x - 12 + 12 = 21 + 12$$

$$x = 33$$

วิธีที่ 3 การทำงานแบบย้อนกลับ

นำวิทยที่เหลือรวมกลับที่ขาย จะได้คำตอบ

$$21 + 12 = 33$$

ดังนั้นคำตอบคือ 33

วิธีที่ 4 การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ

สมมติคำตอบเท่ากับ 33 แล้วนำไปตรวจสอบ คือ

มีวิทย 33 เครื่อง ขายไป 12 เครื่องก็จะเหลือ 21 เครื่องพอดี

ดังนั้นคำตอบ 33 จึงถูกต้อง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวชี้วัดที่ 6.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

แบบฝึกทักษะ เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการ

การวัดผลและประเมินผล

ประเด็นการวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	1. สังเกตจากการออกมาแนะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาแล้วบันทึกในแบบสังเกตยุทธวิธี 2. ตรวจสอบการเลือกใช้ยุทธวิธีจากแบบบันทึกการแก้ปัญหา	แบบสังเกตยุทธวิธี แบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา	มีการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และสามารถให้เหตุผล ถือว่าผ่าน
นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการได้	1. ตรวจสอบความถูกต้องขณะเล่นเกม 2. ตรวจสอบแบบฝึกทักษะ	เกมสัตว์นี้มีกี่ตัว แบบฝึกทักษะ	นักเรียนสามารถทำคะแนนกลุ่มได้มากกว่า 15 คะแนนขึ้นไป
นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ตรวจสอบแบบฝึกทักษะ	แบบฝึกทักษะ	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถบอกประโยชน์การนำความรู้เรื่องการเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่าไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ประเด็นการวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย	สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเข้าร่วมกิจกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะ	นักเรียนร้อยละ 80 มีคุณลักษณะอยู่ในระดับดี

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูเล่าสถานการณ์เกี่ยวกับการหาคำตอบของสมการ แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม

- เข้าวันหนึ่งแม่ใช้จิวาพรไปตลาดสดเพื่อซื้อผลไม้ เมื่อไปถึงตลาดจิวาพรได้ไปซื้อผลไม้หลายชนิดโดยใช้เงินไป 145 บาท จากนั้นเดินทางกลับบ้านพบว่าเขายังเหลือเงิน 120 บาท เดิมก่อนไปตลาดจิวาพรมีเงินอยู่ที่บาท นักเรียนหาคำตอบได้อย่างไร

- ช่วงเวลาปิดภาคเรียนสมชายและครอบครัวนัดกันเพื่อที่จะนำเงินไปฝากธนาคารซึ่งสมชายมีเงินในบัญชีแล้วจำนวนหนึ่ง เขานำเงินไปฝากเพิ่มอีก 1,500 บาท ซึ่งทำให้เขามีเงินในบัญชีรวมทั้งหมด 7,800 บาท เดิมสมชายมีเงินฝากกี่บาท นักเรียนหาคำตอบได้อย่างไร

ครูทำเช่นนี้ เพื่อเป็นกระตุ้นให้นักเรียนการสะท้อนอภิปรายออกมา ในระหว่างการทำกิจกรรมครูจะประเมินผลระหว่างเรียน จากการสังเกตการร่วมกิจกรรมจากการตอบคำถาม การสะท้อนอภิปรายของนักเรียน

2. จากนั้นครูบอกชื่อเกม “สัตว์นี้มีกี่ตัว” จุดประสงค์ของการเล่นเกมดังนี้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการได้

ขั้นสำรวจ

3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 คน คละความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน
4. ครูอธิบายวิธีการเล่นเกม “มีสัตว์กี่ตัว” แนะนำอุปกรณ์ต่าง ๆ กฎกติกาในการเล่น เกม มีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์

1. บัตรโจทย์ปัญหาสมการและบัตรคำตอบของสมการ

กฎกติกา

ใช้เวลาในการเล่นเกม 30 นาที โจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีคะแนน 5 คะแนน คะแนนทั้งหมด 30 คะแนน กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

วิธีการเล่น

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน ความสะดวกสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน
2. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม จับคู่ บัตรโจทย์ปัญหาและคำตอบ ซึ่งแต่ละคน จะต้องอ่านบัตรโจทย์ปัญหาที่ตัวเองเลือกให้เพื่อนฟัง พร้อมทั้งคำตอบ
3. เมื่อทุกคนจับคู่บัตรโจทย์ปัญหากับคำตอบเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น หลังบัตร คำตอบแต่ละข้อจะมีคำถามซ่อนอยู่ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถามนั้นว่ามีสัตว์กี่ตัวที่ซ่อน อยู่ในบัตรหลังคำตอบ

บัตรโจทย์ปัญหา

1. แม่ซื้อมะนาวมาก ผล ไข่ไป 12 ผล เหลือมะนาว 12 ผล แม่ซื้อมะนาวมากี่ผล
2. สุเทพซื้อสมุดมา 6 เล่ม ราคาเล่มละ ข บาท สิ้นเงิน 144 บาท สมุดราคา เล่มละเท่าไร
3. พ่อมีเงิน ค บาท แบ่งให้ลูก 4 คน คนละเท่า ๆ กัน ได้คนละ 30 บาท พ่อมี เงินกี่บาท
4. วีระซื้อขนมมา ง กล่อง ราคากล่องละ 10 บาท สิ้นเงิน 960 บาท วีระซื้อ ขนมมาทั้งหมดกี่กล่อง
5. เอมีเงิน จ บาท เอมีเงินน้อยกว่าโอ้ 580 บาท ถ้าโอมีเงิน 2,000 บาท เอมีเงิน กี่บาท

คำตอบ

- ก. 120 บาท (แทนจำนวนขาทั้งหมด)
- ข. 24 ผล (แทนจำนวนขาของไก่)
- ค. 96 กล่อง (แทนจำนวนขาของวัว รวมกับ สุกร)
- ง. 24 บาท (แทนจำนวนของไก่รวมกับวัว)
- จ. 1,420 บาท (มีสัตว์ทั้งหมดกี่ตัว)

5. จากนั้นครูอธิบายวิธีการบันทึกในแบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามประเด็นที่สงสัย เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าใจรายละเอียดเกี่ยวกับเกมแล้วจึงให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเล่นเกม

6. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันลงมือเล่นเกม โดยวางแผน หายุทธวิธีในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ นักเรียนสามารถสำรวจตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในแบบบันทึกที่ครูกำหนดให้

7. ในระหว่างการทำกิจกรรมครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและสังเกตการสะท้อนอภิปรายของนักเรียนจากการร่วมกิจกรรมการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาและประเมินผลระหว่างเรียนจากแบบบันทึกวิธีการแก้ปัญหา

ชั้นอธิบาย

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อเป็นการสะท้อนอภิปรายของนักเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

9. ครูแนะนำยุทธวิธีการแก้ปัญหา 4 วิธี คือ วิธีที่ 1 การเขียนภาพ วิธีที่ 2 การเขียนสมการวิธีที่ 3 การทำงานแบบย้อนกลับ วิธีที่ 4 การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ เพิ่มเติมจากที่นักเรียนได้นำเสนอ

10. ในระหว่างการทำกิจกรรมครูสังเกตการสะท้อนอภิปรายยุทธวิธีการแก้ปัญหาจากการที่นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ หน้าชั้นเรียนพร้อมทั้งประเมินระหว่างเรียน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการแข่งขันกลุ่มใดถูกและได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มที่ชนะ

ชั้นขยายความรู้

12. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนอภิปราย ออกมาจากการจากทำแบบฝึกทักษะที่มีสถานการณ์ใหม่

13. ครูประเมินผลระหว่างเรียนจากการตรวจแบบฝึกทักษะ เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการ

สื่อการเรียนรู้

1. เกมมีสัตว์นี้มีกี่ตัว
2. บัตรโจทย์ปัญหา
3. บัตรคำตอบ
4. แบบฝึกทักษะ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการ

เกมส์ต์ว์นี้มีสัตว์

จุดประสงค์ของเกม

นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการได้

อุปกรณ์

- บัตรโจทย์ปัญหาสมการและบัตรคำตอบของสมการ

กฎกติกา

ใช้เวลาในการเล่นเกมนาน 30 นาที โจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีคะแนน 5 คะแนน คะแนนทั้งหมด 30 คะแนน กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

วิธีการเล่น

- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน ความสะดวกสบาย เก่ง ปานกลาง อ่อน
- ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม จับคู่ บัตรโจทย์ปัญหาและคำตอบ ซึ่งแต่ละคนจะต้องอ่านบัตรโจทย์ปัญหาที่ตัวเองเลือกให้เพื่อนฟัง พร้อมทั้งคำตอบ
- เมื่อทุกคนจับคู่บัตรโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับคำตอบเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น หลังบัตรคำตอบแต่ละข้อจะมีคำถามซ่อนอยู่ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถามนั้นว่ามีสัตว์กี่ตัวที่ซ่อนอยู่ในบัตร หลังคำตอบ

บัตรโจทย์ปัญหา

- แม่ซื้อมะนาวมา ก ผล ไข่ไป 12 ผล เหลือมะนาว 12 ผล แม่ซื้อมะนาวมากี่ผล
- สุเทพซื้อสมุดมา 6 เล่ม ราคาเล่มละ ข บาท จ่ายเงินทั้งหมด 216 บาท สมุดราคาเล่มละเท่าไร
- พ่อมีเงิน ค บาท แบ่งให้ลูก 4 คน คนละเท่า ๆ กัน ได้คนละ 30 บาท พ่อมีเงินกี่บาท
- วีระซื้อขนมมา ง กล่อง ราคากล่องละ 10 บาท สิ้นเงิน 960 บาท วีระซื้อขนมมาทั้งหมดกี่กล่อง
- เอมีดินสอ จ แท่ง เอมีดินสอน้อยกว่าโอ้ 14 แท่ง ถ้าโอมีดินสอ 50 แท่ง เอมีดินสอกี่แท่ง

คำตอบ

- | | |
|-------------|--------------------------------|
| ก. 120 บาท | (แทนจำนวนขาทั้งหมด) |
| ข. 24 ผล | (แทนจำนวนขาของไก่) |
| ค. 96 กล่อง | (แทนจำนวนขาของวัว รวมกับ สุกร) |
| ง. 36 บาท | (แทนจำนวนขาของไก่รวมกับวัว) |
| จ. 36 แท่ง | (มีสัตว์ทั้งหมดกี่ตัว) |

ชื่อ.....
 ชั้น เลขที่

แบบฝึกทักษะ
 เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการจากข้อความต่อไปนี้

1. จักรภพได้รับเงินพิเศษมาจำนวนหนึ่ง นำไปซื้อโทรทัศน์ราคา 12,500 บาท จักรภพยังเหลือเงินอยู่อีก 7,500 บาท จักรภพได้รับเงินพิเศษกี่บาท

1.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

1.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

1.3 สามารถแก้ปัญหได้ด้วยวิธีการใด

.....

1.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหได้ด้วยวิธีการนี้

.....

1.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

1.6 สรุปคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

2. 15 เท่าของเงินจำนวนหนึ่งคิดเป็นเงิน 12,000 บาท จงหาเงินจำนวนนั้น

2.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

.....

2.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

2.3 สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด

.....

2.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้

.....

2.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

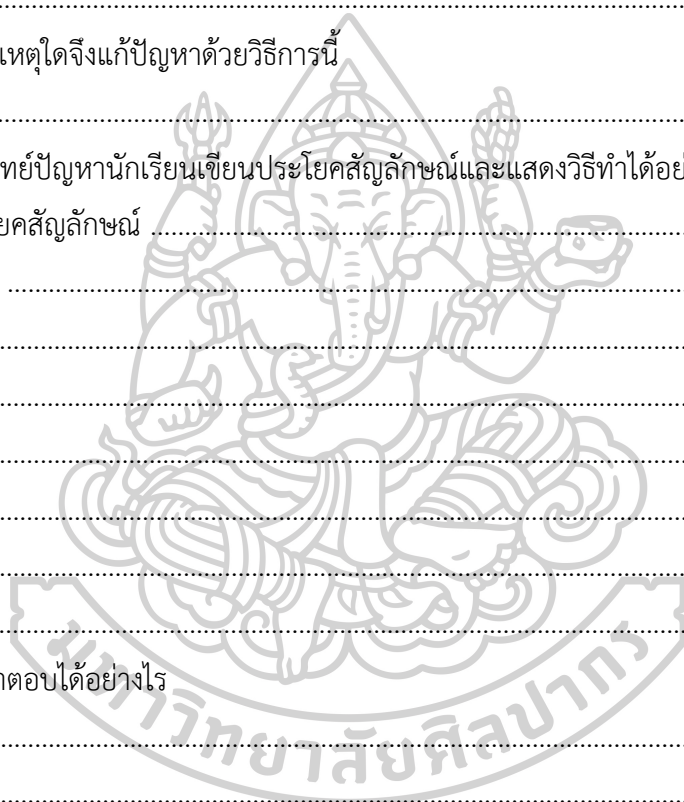
ตอบ

2.6 สรุปคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

.....



**แบบประเมินคุณลักษณะ
การมุ่งมั่นในการทำงาน**

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับปฏิบัติการ			หมายเหตุ
		3	2	1	
การมุ่งมั่น ในการทำงาน	1. ทุ่มเททำงานอดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหา และอุปสรรคในการทำงาน				
	2. พยายามแก้ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานให้สำเร็จ				
	3. ชื่นชมผลงานด้วยความภาคภูมิใจ				

พฤติกรรมบ่งชี้	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
1. ทุ่มเททำงานอดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหา และอุปสรรคในการทำงาน	ตั้งใจต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ	ตั้งใจ ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงานแต่ต้องได้รับการเตือนจากเพื่อนในกลุ่ม	ไม่ตั้งใจต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และไม่มีรับผิดชอบในการทำงาน และไม่สามารถทำงานได้สำเร็จ
2. พยายามแก้ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานให้สำเร็จ	ทุ่มเทการทำงานอดทนต่อปัญหาในการทำงาน และพยายามแก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จ ด้วยตนเอง	ทุ่มเทการทำงานอดทนต่อปัญหาในการทำงาน แก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จ โดยต้องได้รับการช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม	ไม่ทุ่มเทการทำงาน อดต่อปัญหาในการทำงาน และไม่พยายามที่จะแก้ปัญหาในการทำงานด้วยตัวเอง
3. ชื่นชมผลงานด้วยความภาคภูมิใจ	ชื่นชมผลงานของตนเอง และกลุ่มอื่นด้วยความภาคภูมิใจ	ชื่นชมผลงานของตนเอง ไม่ชื่นชมผลงานกลุ่มอื่น	ไม่ชื่นชมผลงานของตนเองและของกลุ่มอื่น

เกณฑ์การให้คะแนน

- 8 – 9 คะแนน ดี
6 – 7 คะแนน พอใช้
3 – 4 คะแนน ปรับปรุง

ลงชื่อ _____ ผู้ประเมิน

(_____)

_____ / _____ / _____



เอมีตินสอ จ แท่ง เอมีตินสอน้อยกว่าโอ 14 แท่ง ถ้าโอมีตินสอ 50 แท่ง
เอมีตินสอกี่แท่ง

วิธีการแก้ปัญหา



แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียดในทุกขั้นตอนที่กำหนดให้

1. ดวงใจมีผ้ายาว ก เมตร นำมาตัดเป็นชิ้นเท่า ๆ กัน ชิ้นละ 8 เมตร ตัดได้ 240 ชิ้นพอดี ดวงใจมีผ้าทั้งหมดเท่าไร มีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร

1.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

1.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

1.3 สามารถแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีใด

1.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้

1.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์.....

วิธีทำ

ตอบ

1.6 ตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

2. น้องมีเงิน พ บาท พี่มีเงินมากกว่าน้อง 141 บาท ถ้าพี่มีเงิน 380 บาท น้องมีเงินเท่าไร มีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร

2.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

2.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

2.3 สามารถแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีใด

.....

2.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้

.....

2.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

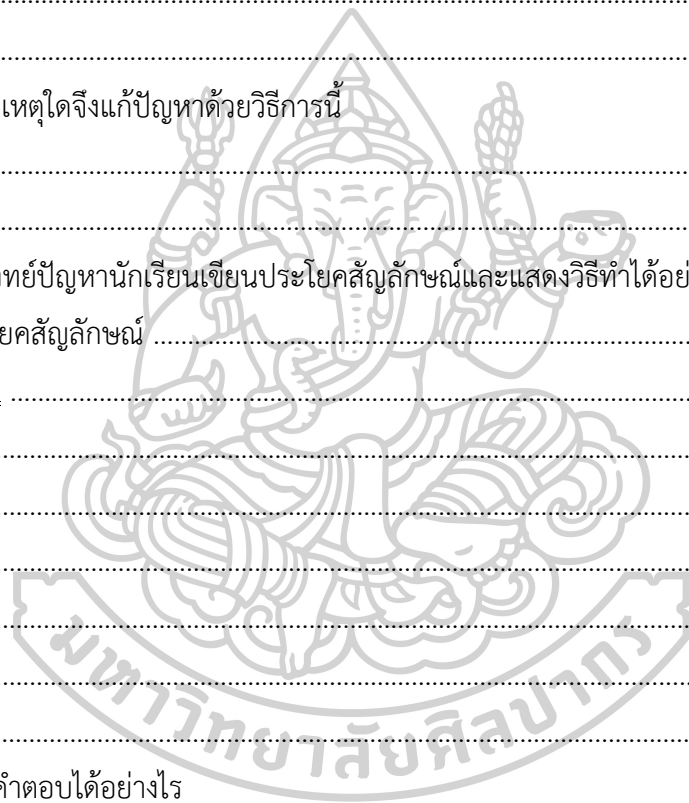
ตอบ

2.6 ตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

.....



3. นักสวรรค์ซื้อกางเกง 3 ตัว ราคาตัวละ 200 บาท และซื้อเสื้ออีก 4 ตัว ราคาตัวละ ก บาท ต้องใช้เงินทั้งหมด 1,000 บาท เสื้อราคาตัวละกี่บาท มีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร

3.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

3.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

3.3 สามารถแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีใด

.....

3.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้

.....

3.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

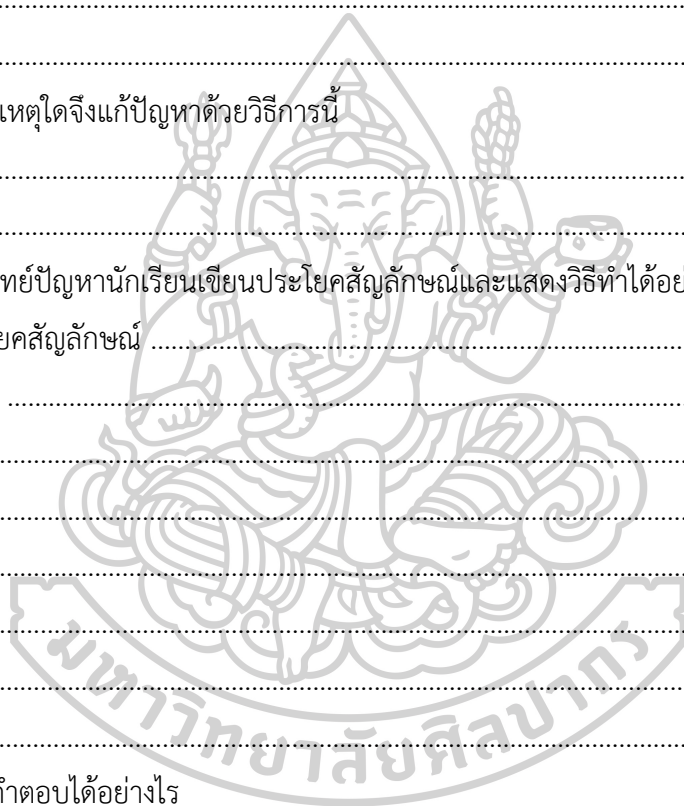
ตอบ

3.6 ตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

.....



4. โรงเรียนส่งเสริมสุขมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 ห้อง มีนักเรียนหญิงห้องละ 18 คน มีนักเรียนชาย บ คน รวมมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 157 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนชายทั้งหมดกี่คน มีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร

4.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

4.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

4.3 สามารถแก้ปัญหได้ด้วยวิธีใด

.....

4.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหได้ด้วยวิธีการนี้

.....

4.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.6 ตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

.....



5. นภาพรสูงกว่านวียา 2 เซนติเมตร นวียาเตี้ยกว่าจารุวรรณ 3 เซนติเมตร จารุวรรณสูงกว่าจිරนนท์ 1 เซนติเมตร จिरนนท์สูง 120 เซนติเมตร ใครสูงเท่ากัน มีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร

5.1 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

5.2 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

5.3 สามารถแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีใด

.....

5.4 เพราะเหตุใดจึงแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้

.....

5.5 จากโจทย์ปัญหานักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำได้อย่างไร

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

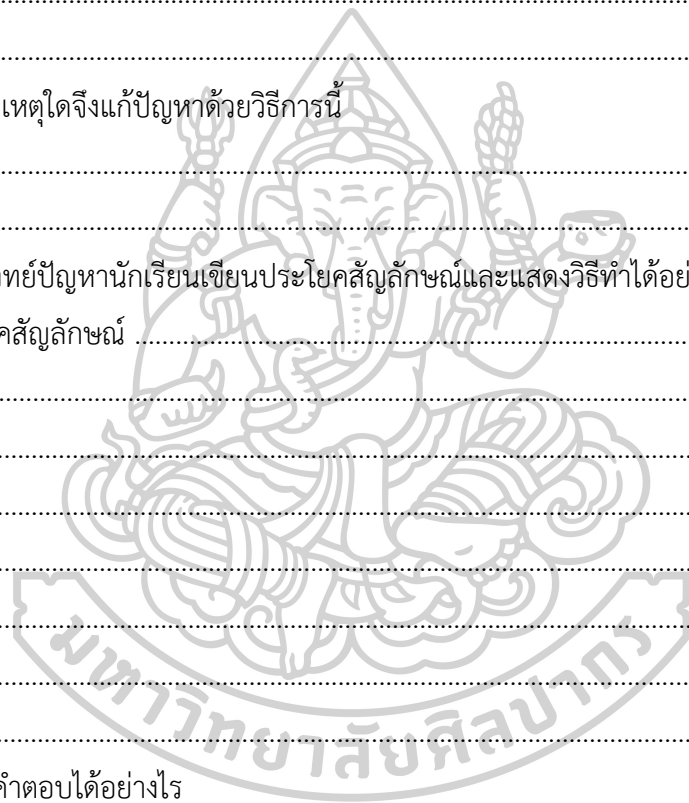
ตอบ

5.6 ตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

.....



แบบบันทึกผลการสังเกตยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

กลุ่มที่

วันเวลา.....ครั้งที่.....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนปฏิบัติพร้อมทั้งเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

 1. การเขียนสมการ 2. การทำงานแบบย้อนกลับ 3. การคาดเดาคำตอบและการตรวจสอบ 4. การเขียนภาพ

2. ประเด็นในการสังเกต

การวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

การมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม

.....

.....

.....

.....

.....

บรรยากาศการทำงานในกลุ่ม

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกม**

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ด้านการจัดการเรียนรู้					
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหา					
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย					
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสรุปและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้					
5	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด					
6	ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้					
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้					
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ					
8	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน					

ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
9	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสนุกสนาน น่าสนใจ					
10	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเรื่องที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน					
11	ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน					
12	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
13	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น					
14	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี					
15	นักเรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวธาริณี ชื่นบาน
วัน เดือน ปี เกิด	12 มีนาคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดยโสธร
วุฒิการศึกษา	กศ.บ. สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ที่อยู่ปัจจุบัน	53/163-164 หมู่ 1 ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

