

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและ
แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยง
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นางสาวสุภาภรณ์ ใจสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MODEL BY INTEGRATING PROBLEM – BASED
LEARNING AND COLLABORATIVE LEARNING APPROACHES TO ENHANCE
MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING, COMMUNICATION, AND CONNECTION
ABILITIES OF SIXTH GRADE STUDENTS

Miss Supaporn Jaisook

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Curriculum and Instruction

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

โดย

นางสาวสุภาภรณ์ ใจสุข

สาขาวิชา

หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร.สำลี ทองธิว

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุษบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สำลี ทองธิว)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ยุรวัดน์ คล้ายมงคล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล)

สุภาภรณ์ ใจสุข: การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MODEL BY INTEGRATING PROBLEM – BASED LEARNING AND COLLABORATIVE LEARNING APPROACHES TO ENHANCE MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING, COMMUNICATION, AND CONNECTION ABILITIES OF SIXTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ดร. สมยศ ชิดมงคล, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รศ. ดร. สำลี ทองธิว, 322 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และขั้นตอนที่ 2 เป็นการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นในชั้นเรียน การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนดำเนินการโดยใช้การบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน แล้วนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดศรณาราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 24 คน โดยแบ่งเป็นห้องทดลองและห้องควบคุม ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 38 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นและแผนปกติ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติที (t – test) และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ 4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบนั้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญปัญหาที่ท้าทาย 2) ขั้นลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้ 3) ขั้นร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่มติกลุ่ม 4) ขั้นนำไปประยุกต์

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปอย่างสม่ำเสมอ และค่อย ๆ ดีขึ้นตามลำดับโดยสามารถแก้ปัญหา สื่อสาร และเชื่อมโยงความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

ภาควิชา.....หลักสูตรและการสอน.....ลายมือชื่อนิสิต.....
 สาขาวิชา.....หลักสูตรและการสอน.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ปีการศึกษา.....2555.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

5184503727 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION

KEYWORDS : COLLABORATIVE LEARNING / PROBLEM – BASED LEARNING / MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY/ COMMUNICATION ABILITY / CONNECTION ABILITY

SUPAPORN JAISOOK : THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MODEL BY INTEGRATING PROBLEM – BASED LEARNING AND COLLABORATIVE LEARNING APPROACHES TO ENHANCE MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING, COMMUNICATION, AND CONNECTION ABILITIES OF SIXTH GRADE STUDENTS. ADVISOR : ASST. PROF. SOMYOT CHIDMONGKOL, Ph.D., CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. SUMLEE THONGTHEW, Ph.D., 322supasamui pp.

This research aimed (1) to develop instructional model by integrating problem-based learning approach and collaborative learning approach to enhance mathematical problem solving, communication, and connection abilities of sixth grade students, and (2) to study the effects of the use of the instructional model developed by integrating problem-based learning and collaborative learning approaches to enhance mathematical problem solving, communication, and connection abilities of sixth grade students. The research procedure included two steps. The first step was the development of instructional model and the second step was the experiment of the developed instructional model in classroom. Integrating problem-based learning approach and collaborative learning approach and also analyzing and synthesizing the related concepts, theories, and researches were brought to develop the model. The instructional model was further experimented with the sample group of sixth grade students. The samples had two classrooms, one experimental group and one control group, and 24 students for each classroom, at Wat Taranaram School under the Second Suratthani Primary Educational Service Area office 2. The experimental period is 38 hours with the research tools, including the lesson plans under the developed model and conventional lesson plans and tests for mathematics problem-solving, communication, and connection abilities. Quantitative data were analyzed by means of arithmetic mean (\bar{x}), standard deviation (S.D.) and t-test and qualitative data were analyzed by content analysis.

The research results were summarized as follows:-

1. The developed instructional model included 4 elements, including (1) principles, (2) objectives, (3) steps of instructional process, and (4) learning assessment and evaluation. In addition, the instructional process had 4 steps, including (1) encouraging students' attention in encountering challenging problems, (2) practicing enthusiastically for searching knowledge, (3) collaboratively examining their knowledge and concluding by group consensus, and (4) applying the knowledge.

2. The developed instructional model is efficient and could be used to enhance students' mathematical problem solving, communication, and connection abilities, including :

2.1 Mathematical problem solving, communication, and connection abilities at the post-learning stage of the experimental group were significantly higher than those of the control group at the significant level of .05

2.2 Mathematical problem solving, communication, and connection abilities of the experimental group at the post-learning stage were significantly higher than those abilities at the pre-learning stage at the significant level of .05

2.3 According to qualitative analysis, it was found that the experimental group possessed significant development in the abilities of mathematical problem solving, communication, connection continuously and gradually. They had better abilities in solving mathematical problems, communicating, and connecting their mathematical knowledge and principles to solve problems.

Department : Curriculum and Instruction Student's Signature _____

Field of Study : Curriculum and Instruction Advisor's Signature _____

Academic Year : 2012 Co-advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณนายจรูญและนางหนูเกณท์ ใจสุข ผู้เป็นบิดามารดา รวมถึงน้อง ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้รับการศึกษามาโดยตลอด

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้เนื่องมาจากแนวความคิด คำแนะนำ ประสพการณ์การเรียนรู้ ความดูแลเอาใจใส่และความเมตตากรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล และรองศาสตราจารย์ ดร.สำลี ทองธิว ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงด้วยความเคารพมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการบริหารหลักสูตร สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนทุกท่านที่ร่วมพิจารณาโครงร่างวิทยานิพนธ์และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร มีาคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม อาจารย์ ดร.ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 และคณะศึกษานิเทศก์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจ คณะครูและนักเรียน โรงเรียนวัดตรณาราม โรงเรียนบ้านท่าเนียบ โรงเรียนตาขุน โรงเรียนพุนพินพิทยาคม และโรงเรียนไชยวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน รวมถึงอาจารย์ชาญชัย ชื่นพระแสง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 1 และนางสาวสันถวี นิยมทรัพย์ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการช่วยวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ตลอดจนอาจารย์ทรรศรย์ หิรัญ อาจารย์อรปรียา วุฒิรัตน์ และอาจารย์ดาริณา คงสงค์ ครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในการจัดทำเครื่องมือในการทดลอง

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตและทุนสนับสนุนนิสิตระดับปริญญาโท ฐิบัฒฑิตไปนำเสนองผลงานวิชาการในต่างประเทศ จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นทุกคนและรุ่นพี่ที่ให้ความช่วยเหลือ ประคับประคอง และอยู่เคียงข้างเป็นกำลังใจซึ่งกันและกันมาโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
2. คำถามวิจัย.....	11
3. วัตถุประสงค์.....	11
4. สมมติฐานของการวิจัย.....	12
5. ขอบเขตของการวิจัย.....	15
6. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	15
7. ประโยชน์ที่ได้รับ.....	18
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
1. แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	20
2. แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน.....	47
3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	56
4. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	73
5. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	82
6. รูปแบบการเรียนการสอน.....	104
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	111
3 วิธีวิจัยดำเนินการวิจัย.....	121
ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน.....	123
ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	139
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	158
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	167

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	168
ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิด	168
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน.....	
ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้อัตนศาสตร์การเรียนรู้	174
โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน.....	
ผลการทดลองใช้รูปแบบในเชิงปริมาณ.....	174
ผลการทดลองใช้รูปแบบในคุณภาพ.....	179
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	191
สรุปผลการวิจัย.....	194
อภิปรายผล.....	203
ข้อเสนอแนะ.....	215
รายการอ้างอิง.....	217
ภาคผนวก.....	235
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ.....	236
ภาคผนวก ข หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย.....	238
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเรียน.....	240
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียน.....	251
ภาคผนวก จ เกณฑ์การให้คะแนน.....	256
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินความสอดคล้อง.....	260
ภาคผนวก ช ผลประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	272
ภาคผนวก ซ แผนการจัดการเรียนรู้.....	283
ภาคผนวก ฌ สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบ.....	320
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	322

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	127
2	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักการบูรณาการแนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน.....	130
3	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	151
4	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	153
5	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	155
6	แบบแผนการทดลอง.....	159
7	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	174
8	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	175
9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	175
10	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	176
11	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	177
12	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	177
13	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง.....	178
14	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง.....	178
15	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง.....	179

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	120
2	สรุปขั้นตอนและแผนการดำเนินการวิจัย.....	122
3	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน.....	123
4	กรอบการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ด้วยกันเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	134
5	การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	139
6	โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้.....	141
7	กรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบ.....	148
8	การเปรียบเทียบเนื้อหาแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน.....	149
9	การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..	150
10	การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	152
11	การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์..	154
12	ผลการพัฒนาการเรียนการสอน.....	169

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมโลกยุคโลกาภิวัตน์เต็มไปด้วยการแข่งขันในทุกด้าน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง รวมถึงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หากประเทศใดไม่เร่งพัฒนา ก็ไม่อาจดำรงอยู่ได้ แนวทางที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาประเทศ คือ การพัฒนาคน โดยเป็นการส่งเสริมให้คนมีทางเลือก ในการดำเนินชีวิตมากยิ่งขึ้น สามารถใช้ชีวิตได้อย่างเต็มศักยภาพ มีสุขภาพดี และมีความมั่นคงในชีวิต ซึ่งต้องอาศัยสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้คนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่ เครื่องมือ ที่สำคัญในการเพิ่มสมรรถภาพของตนเอง ได้แก่ ความรู้ ช่องทางเข้าถึงทรัพยากรแห่งการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมในสังคม โดยความรู้ที่ได้มาได้นั้นส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการได้รับการศึกษา ซึ่งในการประเมินสมรรถภาพการพัฒนาคมนั้นวัดได้จากดัชนีความก้าวหน้าของคน (Human Achievement Index - HAI) ซึ่งเป็นดัชนีรวม โดยมีองค์ประกอบ 8 ด้าน คือ สุขภาพ การศึกษา ชีวิตการทำงาน รายได้ ที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อม ชีวิตครอบครัวและชุมชน การคมนาคมและการสื่อสาร และการมีส่วนร่วม (สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ ประจำประเทศไทย, 2550 : 3) ฉะนั้นจะ เห็นได้ว่าการศึกษาเป็นองค์ประกอบหนึ่งในดัชนีวัดความก้าวหน้าของคน และยังเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถของคนในทุกด้าน ช่วยพัฒนาศักยภาพของคนให้มีความรู้ มีคุณธรรม สามารถ ดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.- 2550 – 2554) ที่กำหนดเป้าหมายการพัฒนาคุณภาพคน ให้คนไทยทุกคนได้รับการพัฒนา ทั้งทางร่างกาย จิตใจ ความรู้ ความสามารถ ทักษะการประกอบอาชีพ และมีความมั่นคงในการดำรงชีวิต ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย เพื่อเสริมสร้างศักยภาพให้กับตนเองที่จะนำไปสู่ความเข้มแข็งของ ครอบครัว ชุมชน และสังคมไทย โดยเพิ่มจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยของคนไทยเป็น 10 ปี (สำนักงาน คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2549 : ๖)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตรา 23 กล่าวถึงการจัดการศึกษาทั้ง การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย ไทยเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรมและกระบวนการเรียนรู้โดยให้บูรณาการตามความเหมาะสมในแต่ละระดับ ขณะที่ใน มาตรา 23 ข้อ 4 ได้กล่าวถึง การศึกษาในเรื่องความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์และด้านภาษา เน้น การใช้ภาษาไทยอย่างถูกต้อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545 : 11) จะเห็นได้ว่าการจัดการศึกษาของ

ชาตินั้น ได้ให้ความสำคัญและเห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อเป้าหมายของการพัฒนาคนให้มีคุณภาพและศักยภาพที่เพียงพอ แต่เนื่องจากคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหาทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี แต่ยังมีนักเรียนจำนวนมากไม่น้อยที่ด้อยความสามารถในการแก้ปัญห การให้เหตุผล การสื่อสารเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551 : 1) ปัจจุบันพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์เท่าที่ควร ซึ่งอาจเนื่องมาจากปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ กัน เช่น ลักษณะของวิชาซึ่งค่อนข้างเป็นนามธรรม ซึ่งประกอบด้วยสัญลักษณ์ อาศัยการคิดที่เป็นแบบแผน มีขั้นตอนและมีเหตุผล (สิริพร ทิพย์คง, 2544 : 1)

จากการวิจัยและติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรในช่วงระยะ 6 ปี ที่ผ่านมาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ และนักวิชาการหลายท่าน พบว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีปัญหาและความไม่ชัดเจนของหลักสูตรหลายประการ ทั้งในส่วนของเอกสารหลักสูตร กระบวนการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติและผลผลิตที่เกิดจากการใช้หลักสูตร รวมทั้งปัญหาคุณภาพของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะ ความสามารถและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ไม่เป็นที่น่าพอใจ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 : 1) จึงได้มีการปรับปรุงหลักสูตรใหม่ ภายใต้ชื่อว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ และจะต้องเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 : 6 – 7)

การพัฒนาสมรรถนะสำคัญข้างต้น กระทรวงศึกษาธิการก็ได้เน้นการพัฒนารายวิชาต่าง ๆ ดังจะเห็นได้จากกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งถือว่าเป็นผู้กำหนดนโยบายและเป้าหมายของการศึกษาและการพัฒนาผู้เรียน โดยได้ระบุว่า ให้นักเรียนฝึกทักษะต่าง ๆ ไปพร้อม ๆ กับการเรียนเนื้อหา โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานที่ 6 ซึ่งได้แก่ มีความสามารถในการทักษะการแก้ปัญห การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้

ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นอกจากนี้จะเห็นว่าในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 สาระนั้น จะต้องสอดแทรกทักษะและกระบวนการไปด้วย

จากผลการประเมินของ Programme for International Student Assessment : PISA (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : สสวท, 2551 : 178 - 183) ซึ่งได้ดำเนินการประเมินด้านความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยมีกรอบประเมินครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ 1) สถานการณ์หรือบริบทที่สัมพันธ์กับปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Situation on content) 2) เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical content) ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา 3) สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical competencies) ของนักเรียนที่ควรได้รับการกระตุ้นให้สามารถนำมาใช้กับโลกจริง ๆ ที่ปัญหานั้นเกิดขึ้น และให้สามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาได้ ในส่วนของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้ให้ความสำคัญครอบคลุม 8 สมรรถนะ ได้แก่ 1) การคิดและการใช้เหตุผล (Thinking and Reasoning) 2) การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) 3) การสื่อสาร (Communication) 4) การสร้างตัวแบบ (Modeling) 5) การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem posing and solving) 6) การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) 7) การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using symbolic, language and operation) 8) การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using aids and tools) โดยการประเมินของ PISA ใช้จุดอ้างอิงเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ 500 คะแนน พบว่า ในปี 2000, 2003 และ 2006 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยที่ 432, 417 และ 417 คะแนน ตามลำดับ (สสวท., 2547 : 41 2549 : 27 และ 2550 : 25) และพบว่า ผลการประเมินของโรงเรียนในกลุ่มสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานอยู่ที่ระดับต่ำที่สุดกว่าทุกสังกัดในประเทศไทย (สสวท., 2551 : 28) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 1 – 2 จาก 6 อันดับ เรียงจากน้อยไปหามาก (สสวท., 2551 : 197) ซึ่งตามเกณฑ์ของ PISA ถือว่าระดับ 2 เป็นระดับเส้นพื้นฐาน (Base line) หรือเป็นเส้นแบ่งเขตสมรรถนะ หรือเป็นกลุ่มเสี่ยง และเมื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย โดยเฉพาะสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่านักเรียนมีความรู้ ความสามารถแค่เพียงตีความ แปลความหมายสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อน นำเสนออย่างง่ายขั้นเดียวโดยตรงไป ตรงมา สามารถให้เหตุผลแบบตรงไปตรงมาเท่านั้น สามารถแก้ปัญหาในบริบทที่คุ้นเคย ชัดเจนและตรงไปตรงมา ซึ่งจัดว่าไม่เพียงพอในการพัฒนาเด็กไทยสู่มาตรฐานทั้งระดับประเทศและระดับโลก

นอกจากนี้จากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน O - NET ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศในด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ที่ร้อยละ 43.76 และในระดับเขตพื้นที่การศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 มี

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 42.46 และเมื่อศึกษาในรายละเอียด พบว่า เกือบทุกมาตรฐานมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า ร้อยละ 50 โดยแต่ละมาตรฐานซึ่งเป็นเนื้อหาที่ใช้สอนนั้น ได้มีการสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ใน การสอบครั้งนี้ด้วย (สถาบันทดสอบแห่งชาติ, 2551 : 2) เมื่อวิเคราะห์สมรรถนะรายมาตรฐาน พบว่า ผลการทดสอบในระดับประเทศ และระดับเขตพื้นที่การศึกษามีปัญหาที่สอดคล้องกัน คือ ทักษะการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ทักษะการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด ทักษะการแปลความหมายกับพีชคณิต และทักษะการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพีชคณิต จากการวิเคราะห์สมรรถนะยังพบอีกว่า ในการแปลความหมายนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องถ่ายทอดความคิดของตนในการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่ โดยการสื่อสารด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การพูด หรือการเขียนเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ นอกจากนี้ยัง สอดคล้องกับผลการสำรวจปัญหาในสภาพจริง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2552 จำนวน 10 โรงเรียน เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการทดสอบและสัมภาษณ์นักเรียน รวมทั้งการสอบถามและสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปัญหาของผู้เรียน พบว่า มีปัญหาหลายด้าน ได้แก่ ด้านทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผลที่ไม่ซับซ้อน ตรงไปตรงมาซึ่งเป็นพื้นฐานของทักษะการแก้ปัญหาในเด็กวัยประถมศึกษาตอนปลาย (อายุ 7 - 11 ปี) การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบปัญหาอื่น ๆ อีก เช่น นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนทำงานอื่นมากเกินไปและใช้เวลาส่วนหนึ่งไปพัฒนาตนเองจึงไม่มีเวลาให้กับนักเรียนอย่างเพียงพอ แต่ปัญหาสำคัญที่พบและมีความสอดคล้องกันจากการศึกษาเอกสารและการสำรวจปัญหาในสภาพจริง สรุปปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาคือ ไม่สามารถอ่านโจทย์และวิเคราะห์ได้ว่า โจทย์กล่าวถึงเรื่องอะไร ไม่รู้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง แต่เมื่อมีการพูดคุยหรือถามซ้ำ นักเรียนจะสามารถตอบคำถามได้บ้าง สำหรับในการวางแผนการแก้ปัญหา พบว่า ส่วนใหญ่ นักเรียนยังขาดความรู้และขาดการฝึกทักษะ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีคิดแบบอื่น ๆ ได้ มีแต่เพียงการเขียนประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการจกรายการที่ได้ลองคิดไว้ ขาดการฝึกวิธีคิด หายทริควิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ในการดำเนินการด้านทักษะการแก้ปัญหาที่พบส่วนใหญ่ นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบตามขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ ประกอบกับการคิดคำนวณเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการที่ผิดพลาด ส่วนการตรวจสอบผลนั้น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ทำ นอกจากนี้ยังพบว่า การจัดการเรียนการสอนของครูโดยปกติครูผู้สอน จะไม่เน้นการฝึกการตรวจสอบคำตอบที่ย้อนกลับไปหาโจทย์ ในแต่ละขั้นตอนของการคิดวางแผน

การแก้ปัญหาที่ครูผู้สอนขาดการฝึกให้นักเรียนได้คิด พุด และเขียนเพื่อแสดงความเข้าใจก่อนการดำเนินการแก้ปัญหา และการดำเนินการแก้ปัญหาที่ไม่หลากหลาย เมื่อนักเรียนเห็นกระบวนการที่ไม่เคยเรียน จึงไม่สามารถดำเนินการตามขั้นตอนที่โจทย์กำหนดให้ได้

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พบ คือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอ่านโจทย์ และวิเคราะห์โจทย์ได้ ขาดความรู้และทักษะการคิดเกี่ยวกับวิธีการในการคำนวณเพื่อหาคำตอบ ไม่สามารถดำเนินการคิดคำนวณได้ และไม่สามารถคิดย้อนกลับจากคำตอบไปหาโจทย์ได้ จากงานวิจัยของลินน์ (Lynn, 1993 : 167 – 169) พบว่า ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการแสดงพฤติกรรม การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การขาดประสบการณ์เกี่ยวกับกรอบของปัญหานั้น ๆ การกำหนดข้อจำกัดที่มากเกินไปจนเกินไป การขาดการกำกับความสามารถด้านสติปัญญาของตนเอง และการขาดความเชื่อ ดังที่ โพลยา (Polya, 1980 : 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการหรือหาทางออกในสิ่งที่ยุ่งยาก สิ่งที่เป็นอุปสรรคซึ่งไม่สามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นความสำเร็จของสติปัญญาที่เป็นความสามารถเฉพาะบุคคล ดังเช่น ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1993 : 6) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่ต้องคิดสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาเพื่อหาทางออกซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้พื้นฐาน หรือความรู้เดิม ทักษะ และความเข้าใจในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย กระบวนการดังกล่าวเริ่มต้นด้วยการเผชิญปัญหาและหาข้อสรุปเกี่ยวกับการดำเนินการในการหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจะต้องสังเคราะห์ความรู้ในสิ่งที่ได้เรียนมาแล้วนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งโพลยา (Polya, 1973 : 154 – 156) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล นอกจากนี้ วิลสันและคณะ (Wilson et. Al., 1993 : 602 – 603) ได้เสนอแนะกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นพลวัตมีลำดับไม่ตายตัว สรุปได้ดังนี้ เมื่อนักเรียนเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นจึงวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้งานวิจัยของลินน์ (Lynn, 1993 : 167 – 169) ได้พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลและสนับสนุนการแสดงพฤติกรรมแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความร่วมมือช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม การกำกับภายในกลุ่ม และแนวปฏิบัติบรรทัดฐานของสังคมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มย่อย

2. ด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาด้านการเขียนและการพูดในส่วนที่เกี่ยวกับการใช้ภาษา สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ประโยคสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพเชื่อมโยงไปสู่จำนวน นักเรียนสามารถเขียนหรือพูดเป็นคำ ๆ แต่ขาดการเชื่อมโยงของคำ การอ่านโจทย์หรือการดำเนินการตามขั้นตอนที่โจทย์กำหนดให้ นั้น นักเรียนไม่สามารถแปลความจากโจทย์รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิม เพื่อถ่ายทอดหรือสื่อสารในรูปแบบของการเขียน และการพูดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่แสดงให้เห็นถึงวิธีการคิด นอกจากนี้ นักเรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ จึงทำให้ครูผู้สอนไม่สามารถช่วยเหลือนักเรียนได้เพราะไม่รู้ว่านักเรียนคนไหนมีปัญหาอย่างไร

สรุปได้ว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่พบ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนหรือพูดโดยการใช้ภาษา สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพแทนจำนวน และนักเรียนไม่สามารถแปลความหมายเพื่อสื่อสารความคิดการแสดงความคิดเห็นและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังที่ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher of Mathematics : NCTM, 1989 : 214) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและทำความเข้าใจแนวคิดเป็นการผสมผสานความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความเข้าใจของตนเอง โดยนักเรียนจะเข้าใจความคิดของตนเองอย่างลึกซึ้งเมื่อนักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเองได้พิสูจน์ความมีเหตุผลของตนเองต่อคนอื่น หรือเมื่อนักเรียนได้ตั้งโจทย์หรือคำถาม ด้วยวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย เช่น การเขียน การฟัง และการพูด ดังที่ โทมัส (Thomas, 1991 : 75) กล่าวว่า คณิตศาสตร์คือการสื่อสาร นักเรียนจำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านทักษะด้านการเขียน การพูด การฟังอย่างหลากหลาย ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ การใช้สื่อต่าง ๆ เช่น วัตถุ รูปภาพ แผนภูมิ ล้วนเป็นสิ่งสำคัญของการสร้างมนต์สำนึกและสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสนำเสนอความคิดผ่านทางวัตถุ การวาดภาพ และการสร้างแผนภูมิ โอกาสในการสื่อสารเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการนำเสนอ การอภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟัง ความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้และการใช้คณิตศาสตร์ ซึ่งสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000 : 4-5) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมโดยใช้การสื่อสารเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนา และการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการอ่าน การพูด และการแสดงแนวคิดจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผลให้

ผู้อื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการเขียน กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ ทั้งรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ ทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตน นอกจากนี้ โรแวน และมอร์โรว์ (Rowan and Morrow, 1993 : 9 – 11) ได้เสนอแนวการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า มีการนำเสนอด้วยรูปธรรมแล้วให้นักเรียนพรรณนาถึงสิ่งที่พบ ใช้เนื้อหาเรื่องราวหรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ชิดตัวนักเรียน การใช้คำถามโดยเฉพาะคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเรียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ใช้การเรียนแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน ตลอดจนใช้การชี้แนะโดยตรงและโดยอ้อม ดังเช่นงานวิจัยของโจฮันนิง (Johanning, 2000 : 151 – 160) พบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่มทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อน ๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่ม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่ตรงตามระดับชั้น ขาดความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ คือ เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาใหม่ก็ไม่สามารถปรับความรู้ที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ได้ ทำให้เรียนเนื้อหาใหม่นั้นไม่ประสบผลสำเร็จ เช่น การคิดราคาสินค้าที่มีการขายเป็นกิโลกรัมแต่ต้องการซื้อสินค้าเป็นขีด ซึ่งแสดงว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยวัดน้ำหนักที่เป็นกิโลกรัมและขีดได้ อีกทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงเปรียบเทียบน้ำหนักของสิ่งหนึ่งไปสู่น้ำหนักของอีกสิ่งหนึ่งได้ ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงของจำนวนนับไปหา ค.ร.น. รวมทั้งทักษะการเชื่อมโยงรูปภาพแทนจำนวนและการดำเนินการ การเชื่อมโยงจำนวนเต็มไปสู่ทศนิยม ขาดการนำความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เช่น วิทยาศาสตร์เรื่องสัตว์และพืช จากการศึกษาสภาพปัญหาในสภาพจริงยัง พบอีกว่า ในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนยังขาดการยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์เปรียบเทียบกับสภาพจริงในชีวิตประจำวันและสิ่งใกล้ตัว ครูขาดการยกตัวอย่างการเชื่อมโยงจากสิ่งที่เข้าใจง่ายไปหายากจากจำนวนเต็มไปหาทศนิยม จึงทำให้นักเรียนมีปัญหาด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่พบ คือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ขาดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสาระอื่น ๆ รวมทั้งนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงเพื่อประยุกต์ใช้ใน

ชีวิตประจำวันได้ ดังที่ อัมพร ม้าคนอง (2547 : 4) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองค้นพบ ซึ่ง คอกซ์ฟอร์ด (Coxford, 1995 : 3 – 12) และเคนเนดี และ ทิปป์ส (Kennedy and Tipps, 1994 : 194) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นกระบวนการที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ หรือ โนทัศน์ภายในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกันได้ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงบูรณาการความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือ การดำเนินชีวิตในโลกแห่งความเป็นจริงได้ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NTCM, 2000 : 360) กล่าวถึงทิศทางของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การใช้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นเนื้อหาในการพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์กับหัวข้อที่เกี่ยวข้องกันที่แตกต่างจากการสอนแบบเดิม การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นทฤษฎีอลวน (Chaos Theory) การพัฒนาและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริง ผ่านการเชื่อมโยงมากกว่าที่จะแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ

จากเป้าหมายในการพัฒนาประเทศที่ต้องการพัฒนาคนให้มีความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือเป็นพื้นฐานของการพัฒนาในด้านอื่น ๆ ที่จะต้องสร้างคนให้มีความสามารถและศักยภาพที่แข็งแกร่งที่เพียงพอและจะต้องเริ่มสร้างฐานตั้งแต่ระดับเยาว์วัย ทั้งนี้เพื่อสร้างฐานรากที่มั่นคง ตั้งแต่ชั้นอนุบาล และประถมศึกษาซึ่งถือเป็นสร้างฐานรากที่สำคัญ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งถือเป็นช่วงวัยช่วงหนึ่งที่เหมาะสมต่อการพัฒนา เพราะเป็นวัยที่เริ่มมีความคิดและเริ่มที่จะมีเหตุผล แต่พบว่า นักเรียนซึ่งเป็นเยาวชนที่จะต้องได้รับการพัฒนานั้น ยังมีปัญหาในการพัฒนาความรู้ด้านทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามสภาพของปัญหา และลักษณะของปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของผู้เรียน พบว่า แนวคิดหลักที่สำคัญซึ่งสามารถส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ คือ แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) กล่าวได้ดังนี้

แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการให้สถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย ไม่ชัดเจน ที่ผู้เรียนไม่มีความรู้มาก่อนว่าจะแก้ปัญหาได้อย่างไร จนกว่าจะผ่านกระบวนการคิด การค้นหาคำตอบ จากตนเองและจากกลุ่มบุคคล ดังเช่นงานวิจัยของ เอลเซฟฟี (Elshafi, 1998 : online) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหา และสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดี และงานวิจัยของแมคคาร์ธี (McCarthy, 2001 : Online) พบว่า การสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบใช้ปัญหา

เป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาแก่นักเรียนเกรด 2 ซึ่งให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาโดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่นักเรียนมีความรู้ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง ดังที่ แอลเบเนสและมิทเชล (Albanese and Mitchel, 1993 : 58 – 81) กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับ Problem – based Learning ว่าเป็นการนำตัวปัญหาเข้ามาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้โดยไม่ได้คาดหวังถึงความรู้ของผู้เรียน ปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การชี้แนะให้ผู้เรียนไปสืบค้นคำตอบต่อไป ดังนั้น วิธีการสอนโดยใช้ปัญหาดังที่กล่าวถึงนี้มีลักษณะเฉพาะ คือ การใช้ปัญหาเป็นตัวหลักในการเรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา สำหรับผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหา และสร้างเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ ดังเช่น ซานนท์ จันทรา (2549 : 29 – 30) กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับ Problem – based Learning ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้จากการที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการสัมผัส และการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง การบูรณาการการเรียนรู้อย่างอิสระ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการจัดการข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานเป็นทีม และทักษะการสื่อสาร นักเรียนสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ที่สนใจเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับนักเรียน โดยตัวปัญหาจะเป็นตัวตั้งต้นและเป็นตัวกระตุ้นต่อไป จากแนวคิดดังกล่าว จึงเป็นการผสมผสานระหว่างแนวคิดทฤษฎี Constructivist ด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Constructivist) และกลุ่ม Constructivist ด้านปฏิสัมพันธ์กับสังคม (Social Constructivist) ที่ถูกพัฒนาโดย Piaget และ Vygotsky ที่ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการด้านพุทธิปัญญา และการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม เป็นการจัดการเรียนรู้โดยสร้างบริบทของสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้จากการสืบค้น และแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ชี้แนะในการสืบเสาะ คิดค้นหาคำตอบ และจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนในการสะท้อนคิดในสิ่งที่พวกเขาได้เรียนรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสิ่งที่เรียนและทักษะการคิดต่าง ๆ ซึ่ง มิโล และอีฟเวนเซน (Hmelo and Evensen, 2000 : 4) ได้กล่าวสนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เกี่ยวข้องกับทฤษฎี Constructivist ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget และ Vygotsky ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญา ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่

อย่างไรก็ตามแม้ว่าแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) จะมีการสร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดของกลุ่มบุคคลจากกระบวนการกลุ่มที่สามารถส่งเสริมความสามารถในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ ก็ยังไม่เพียงพอ การให้ผู้เรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติงานเพื่อการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่มย่อยที่มีความสามารถหลากหลายที่ต้องพึ่งพากันในเชิงบวกมีการช่วยเหลือจากบุคคลอื่นนั้นเป็นสิ่งจำเป็น ที่จะทำให้ผู้เรียนทุกคนสามารถทำงานทำงานตามที่รับมอบหมายได้สำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่ม การกำกับให้ผู้เรียนทุกคนได้พูดเขียนเพื่ออธิบายแนวคิด อธิบายหลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ และนำเสนออย่างมีขั้นตอนชัดเจน จะเปิดโอกาสในการสร้างความรู้และความเข้าใจให้ผู้เรียนผ่านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ดี ซึ่งจากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีได้พบว่ามีคุณสมบัติตรงกับแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning)

แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) กล่าวได้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการทำงานร่วมกันกับบุคคล มีลักษณะเป็นกลุ่มขนาดเล็ก 3 - 5 คน ที่มีเป้าหมายเดียวกัน ที่สมาชิกภายในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีการทำงานที่ต้องพึ่งพาอาศัยกัน ค้นหาความรู้และยอมรับข้อสรุปของกลุ่ม ดังเช่น ลิตเติ้ลวูด (Littlewood, 2000 : 1 - 2) กล่าวถึงลักษณะของ Collaborative Learning ไว้ว่า นักเรียนมีการทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็ก ประมาณ 4 คน ที่มีลักษณะของบุคคลที่แตกต่างกันอย่างหลากหลาย มีการทำงานที่ต้องพึ่งพากันในเชิงบวก มีการอธิบายทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม นักเรียนเรียนรู้ผ่านการสื่อสารอย่างมีความหมาย มีการเรียนรู้และฝึกทักษะที่จำเป็นของการมีส่วนร่วม การมีปฏิสัมพันธ์กัน การช่วยเหลือผู้อื่นและการยอมรับการช่วยเหลือจากผู้อื่น แนวคิดนี้ บอสเวิร์ท และแฮมิลตัน (Bosworth and Hamilton, 1994 : 12) กล่าวถึงลักษณะของกิจกรรม Collaborative Learning ไว้ว่า ต้องให้เวลานักเรียนในการหาข้อสรุปร่วมกัน ทำงานให้เสร็จในเวลาที่กำหนด จัดบทบาทหน้าที่ ยอมรับ และเคารพความคิดเห็นที่หลากหลาย ช่วยกันไตร่ตรอง ประเมินเพื่อหาข้อสรุปของกลุ่ม ในลักษณะดังกล่าวจากงานวิจัยของ ศิวินิต อรรถวุฒิกุล (2551 : 141-142) พบว่า การพัฒนากระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้อย่างร่วมมือตามแนวคิดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อสร้างพฤติกรรมการสร้างความรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขึ้นแนะนำแนวทางสร้างกลุ่มสัมพันธ์ 2) ขึ้นกำหนดความรู้ นำไปสู่เป้าหมาย 3) ขึ้นสืบเสาะแสวงหา เพื่อพัฒนาผลงาน 4) ขึ้นพบปะแลกเปลี่ยน เพื่อนเรียนเพื่อนรู้ 5) ขึ้นสร้างสรรค์ เผยแพร่ ร่วมแก้ร่วมปรับ 6) ขึ้นประเมินผลงาน ผลงานความคิด ทำนองเดียวกับงานวิจัยของ เนาวนิตย์ สงคราม (2550 : 157-159) พบว่า การพัฒนารูปแบบการสร้างความรู้ด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติและการเรียนรู้ร่วมกัน ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน

ได้แก่ 1) การเตรียมความพร้อมสำหรับบุคลากร 2) การกำหนดประเด็นปัญหา 3) การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์และความคิดเห็น 4) การสร้างความรู้ และพิจารณาความถูกต้องของความรู้ 5) การสร้างผลงานที่เป็นนวัตกรรม 6) การตรวจสอบความก้าวหน้าของผลงาน ที่เป็นนวัตกรรม 7) การทดลองใช้ผลงานที่เป็นนวัตกรรม 8) การประเมินผลและการสรุปผล ซึ่งงานวิจัยของ สารีพันธ์ ศุภวรรณ (2545 : 225-226) พบว่า การพัฒนาโปรแกรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนตาม แนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมกันสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา นอกจากนี้งานวิจัยของ โจฮันนิง (Johanning, 2000 : 151 – 160) พบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียน อธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครู กับเพื่อน ๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยน ความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในการสร้างความรู้ ผู้วิจัยจึงสนใจนำ แนวคิดที่กล่าวมา ไปพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การ สื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ต่อไป

2. คำถามวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและ แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนและมีลักษณะเป็นอย่างไร
2. รูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและ แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันที่พัฒนาขึ้น จะสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แก่นักเรียนได้จริงหรือไม่ อย่างไร

3. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหา เป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการดำเนินการ ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติ

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ก่อนและหลังทดลอง

2.3 เปรียบเทียบความสามารถในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติ

2.4 เปรียบเทียบความสามารถในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ก่อนและหลังทดลอง

2.5 เปรียบเทียบความสามารถในด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติ

2.6 เปรียบเทียบความสามารถในด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ก่อนและหลังทดลอง

2.7 ศึกษาพัฒนาการในด้านการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเรียน

4. สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้บูรณาการนำแนวคิด 2 แนวคิด คือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้ร่วมกัน มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และบูรณาการจากหลักการสำคัญเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้รับการเรียนรู้ตามรูปแบบดังกล่าวก็จะสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เอลเซเฟ (Elshafei, 1998 : Online) ที่กล่าวว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาพีชคณิต 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องมาจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหา และสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดี ดังเช่นงานวิจัยของ ยิววัฒน์ คล้ายมงคล (2545 : 115) ได้พบว่า กระบวนการพัฒนาการเรียนการสอนโดยประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้เพื่อเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้เพิ่มสูงขึ้นกว่าเกณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของราตรี เกตบุตร (2546 : 100) ได้พบว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เนาวนิตย์ สงคราม (2550 : 157-159) ที่พบว่า การพัฒนารูปแบบการสร้างความรู้ด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติ และการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับบุคลากรในสถาบันอุดมศึกษา มีคะแนนค่าเฉลี่ยค่านิยมการสร้างความรู้หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และรูปแบบที่ใช้ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมความพร้อมสำหรับบุคลากร 2) การกำหนดประเด็นปัญหา 3) การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์และความคิดเห็น 4) การสร้างความรู้และการพิจารณาความถูกต้องของความรู้ 5) การสร้างผลงานที่เป็นนวัตกรรม 6) การตรวจสอบความก้าวหน้าของผลงานที่เป็นนวัตกรรม 7) ทดลองใช้ผลงานที่เป็นนวัตกรรม 8) การประเมินผลและการสรุปผล ในลักษณะเดียวกันนี้ งานวิจัยของ สารีพันธ์ สุภวรรณ (2545 : 225-226) พบว่า การศึกษานอกระบบโรงเรียนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมกัน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเด็กเร่ร่อนมีความสามารถหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมกันหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม จากผลการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้กำหนดสมมติฐานในการวิจัยที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนในกลุ่มปกติ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบ การเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน โดยการ บูรณาการ แนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของของ แมคคาร์ธีย์ (McCarthy, 2001 : Online) ที่ได้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้ พยายามหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ นักเรียนมีความรู้มาก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นกับทศนิยมถูกต้อง ดังที่ งานวิจัยของโจฮันนิง (Johanning, 2000 : 151 - 160) ที่พบว่า การวิเคราะห์การเขียนและการทำงาน กลุ่มร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้น โดยเสริมการอ่านและการเขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ ช่วยกระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การเขียนอธิบายก่อนการ อภิปรายกลุ่มทำให้มีความมั่นใจว่าทุกคนมีโอกาสศึกษาก่อนที่จะพบครูและเพื่อน การทำงานกลุ่มทำ ให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม จะสร้างบรรยากาศให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นใน การคิดและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ จากผลการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้กำหนด สมมติฐานในการวิจัยที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียน ที่เรียนด้วย รูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการ เรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียน ในกลุ่ม ปกติ

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบ การเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน โดยการบูรณาการ แนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของยัวร์ตัน คัลลายมมงคล (2545 : 115) ที่พบว่า กระบวนการพัฒนาการเรียนการสอนโดยประยุกต์แนวทางการใช้ปัญหาเป็นหลักใน การเรียนรู้เพื่อเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถ พิเศษทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้เพิ่มสูงขึ้นกว่า

5. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนในกลุ่มปกติ

6. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุราษฎร์ธานีเขต 2 ที่เปิดสอนระดับประถมศึกษา จำนวน 207 โรงเรียน

5.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

5.2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ รูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน และรูปแบบการเรียนแบบปกติ

5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับ ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์

5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวม 38 ชั่วโมง

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

รูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นหลัก และปัญหานั้นจะต้องท้าทายที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ด้วยการวิเคราะห์และแสวงหาวิธีการในการแก้ปัญหาโดยระลึกถึงความรู้ หลักการเดิมที่มีอยู่ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงความรู้ใหม่ที่ต้องแสวงหาและเรียนรู้ผ่านกระบวนการศึกษาค้นคว้า โดย

รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคู่มือการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนการแสดงออกถึงการนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) **ทำความเข้าใจโจทย์**

- ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้
- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้

2) **วางแผนการแก้ปัญหา**

- ระบุวิธีคิด
- ดำเนินการตามวิธีคิดที่สัมพันธ์กับโจทย์

3) **ดำเนินการตามแผน**

- ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน
- ดำเนินการหาคำตอบที่ถูกต้อง วิธีการแก้ปัญหามีหลายวิธี

4) ตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ

- ระบุความสมเหตุสมผลของคำตอบ

- ระบุวิธีคิดในการแก้ปัญหาและระบุคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน

ซึ่งประเมินได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์ แบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้อันผู้เรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกถึงการถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ โดยการอธิบายผ่านการพูด การเขียนให้ผู้อื่นเข้าใจ ดังนี้

- สื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ และประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

- สื่อความหมายโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น นิยาม สมบัติ สูตร เพื่อสื่อแนวคิดในการตีความ แปลความ

- นำเสนอวิธีการในการหาคำตอบตามแนวคิด เป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์ และใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์ แบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้อันผู้เรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกถึงการนำความรู้ทั้งเนื้อหา สาระ กระบวนการและหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 2 หัวข้อที่ไปสัมพันธ์กับความรู้และกระบวนการ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ภายในเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ดังนี้

- ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการ หรือหลักการที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาเพื่อไปหาความรู้ใหม่มาใช้ในการแก้ปัญหา เช่น นิยาม สมบัติ สูตร หรือที่เกี่ยวข้องที่สัมพันธ์กับโจทย์เพื่อได้ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งประเมินได้จากแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์ แบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้อันผู้เรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนวัดจตุราราม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

7.2 ประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเน้นและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ ลักษณะสำคัญของทักษะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ทักษะ ที่นำไปสู่แนวทางการศึกษาแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถของทักษะดังกล่าว ซึ่งพบว่า มีแนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 แนวคิด ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) และการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ และบูรณาการแนวคิดดังกล่าว โดยนำเสนอเป็นลำดับ ดังนี้

1. แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กระบวนการและขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน

แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน

ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน

ลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน

ทักษะและกระบวนการของการเรียนรู้ร่วมกัน

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
5. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
6. รูปแบบการเรียนการสอน
 - ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน
 - องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน
 - การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - งานวิจัยในประเทศ
 - งานวิจัยต่างในประเทศ
 - งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ร่วมกัน
 - งานวิจัยต่างในประเทศ
 - งานวิจัยต่างในประเทศ

แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning : PBL)

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2553 : Online) ; Lynda, (2004 : 1 – 2) Evensen, and Hmelo, (2000 : 20 – 21) ; Delish, (1997 : 1 – 3) ; Doud, and Feletti, (1999 : 2 – 4) และ Torp, Linda and Sage, (1998 : 27 – 29) กล่าวถึงการศึกษาความเป็นมาของ PBL ว่า สามารถย้อนรอยอดีตไปถึงแนวคิดของนักการศึกษาในช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักการศึกษาชาวอเมริกัน ซึ่งเป็นผู้ค้นคิดวิธีสอนแบบแก้ปัญหาและเป็นผู้เสนอแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วย

PBL มีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัย McMaster ที่ประเทศแคนาดา ได้นำมาใช้กระบวนการติว (Tutorial process) ให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด วิธีการดังกล่าวนี้ได้กลายเป็นรูปแบบ (Model) ที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกา นำไปเป็นแบบอย่างบ้าง โดยเริ่มจากปลายปี ค.ศ.1950 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรก และได้จัดตั้งห้องทดลองพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Laboratory) เพื่อทำเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับทดลองรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้น ได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย ในช่วงปลายศตวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ (Medical curriculum) ที่ใช้ PBL ในการสอนเป็นครั้งแรก ทำให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลกว่าเป็นผู้นำ PBL (Word class leader)

มหาวิทยาลัยชั้นนำในสหรัฐอเมริกาที่นำรูปแบบ PBL มาใช้ในการสอนมีหลายแห่ง แต่ในยุคแรก ได้นำไปใช้กับหลักสูตรของนักศึกษาแพทย์ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ผู้เรียนต้องใช้ทักษะในการวิเคราะห์ปัญหาทางคลินิกสูงมาก โรงเรียนแพทย์ที่มีชื่อเสียงอย่างเช่นที่ Harvard Medical School และ Michigan State University, College of Human Medicine ก็ได้นำรูปแบบ PBL ไปใช้ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้โรงเรียนแพทย์ในมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ที่ยังใช้วิธีสอนแบบดั้งเดิมอยู่หันมายอมรับรูปแบบ PBL จึงได้ขยายออกไปสู่การสอนในสาขาอื่น ๆ ทุกวงการวิชาชีพ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ เป็นต้น PBL จึงเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย และมีการนำไปใช้สอนตามมหาวิทยาลัยต่าง ๆ มากขึ้น ตัวอย่างมหาวิทยาลัยที่นำ PBL ไปใช้ในการเรียนการสอน อาทิ เช่น Harvard, New Mexico, Bowman Gray, Boston, Illinois, Southern Illinois, Michigan State, Tufts, Mercer, Southern Illinois, Samford, Northwestern, Indiana and the University of Illinois, University of Hawaii, University of Missouri Columbia, University of Texas – Houston, University of California Irvine, University of Pittsburgh และ University of Delaware เป็นต้น

นอกจากมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาแล้ว มหาวิทยาลัยของประเทศแทบทุกส่วนของโลกก็ให้ความสนใจในการนำรูปแบบ PBL ไปใช้สอนในโรงเรียนแพทย์วิชาชีพ (Medical and professional school) ตัวอย่างเช่น มหาวิทยาลัย Maastricht ที่เนเธอร์แลนด์ มหาวิทยาลัย Newcastle Monash Melbourne ที่ออสเตรเลีย มหาวิทยาลัย Aalborg ที่เดนมาร์ก มหาวิทยาลัยในประเทศแคนาดา อังกฤษ ฝรั่งเศส ฟินแลนด์ ออสเตรเลีย สวีเดน ฮังการี สิงคโปร์ เป็นต้น

สำหรับในประเทศไทยนั้น การสอนโดยใช้รูปแบบ PBL ยังไม่แพร่หลายมากนัก แต่ก็ยังมีมหาวิทยาลัยบางแห่งที่ส่งเสริมและได้ทดลองนำไปใช้บ้างแล้ว เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เฉพาะมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่มีการพัฒนารูปแบบ PBL ในการสอนร่วมกับผู้สอนจากมหาวิทยาลัย Stanford และ Vanderbilt การสอนโดยใช้รูปแบบ Problem – based Learning ไม่ใช่การสอนแบบแก้ปัญหา ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ของผู้เรียนโดยตรงต้องมาก่อน โดยปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางให้ผู้เรียนต้องไปแสวงหาความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเอง เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหานั้น กระบวนการหาความรู้ด้วยตนเองนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving skill)

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้
 ทัน (Tan, 2003 : 30-31) ได้กล่าวถึงธรรมชาติและลักษณะของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้
 2. ปัญหาในชีวิตจริงที่มีปรากฏเป็นปัญหาที่ซับซ้อน และจำลองปัญหาที่เป็นจริงได้
 3. ปัญหาที่มีมุมมองที่หลากหลาย ต้องใช้ความรู้หลายสาขาวิชาในการแก้ปัญหา
 4. ปัญหาที่ท้าทาย เน้นการระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้และเน้นสิ่งที่ต้องการเรียนรู้มากขึ้น
 5. มีความรับผิดชอบด้วยการชี้แนะตนเองในการเรียนรู้จากการเก็บข้อมูลที่หลากหลาย
 6. รูปแบบแหล่งการเรียนรู้มีจำนวนมากและหลายแหล่ง ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้
 7. เป็นการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจ การสื่อสารและการร่วมมือ และการทำงานของนักเรียนในกลุ่มขนาดเล็กนั้นมีปฏิสัมพันธ์สูงสำหรับการเรียนรู้กับเพื่อน เพื่อนช่วยเพื่อน และการนำเสนอภายในกลุ่ม
 8. การพัฒนาทักษะการสืบสอบและการแก้ปัญหาเป็นหัวใจของความรู้ที่ได้ในเนื้อหา เช่นเดียวกับการรับความรู้สำหรับการแก้ปัญหา ดังนั้น ผู้สอนจึงเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและผู้ชี้แนะผ่านคำถามเพื่อสร้างความเข้าใจ
 9. สรุปรกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต้องสังเคราะห์องค์ความรู้ แล้วนำมาบูรณาการ สะท้อนความคิด ไตร่ตรองเพื่อให้ชัดเจน
 10. สรุปรการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยการประเมินและทบทวนประสบการณ์ของผู้เรียนและกระบวนการเรียนรู้
- มิโล และ อีฟเวนเซน (Hmelo and Evensen, 2000 : 4) ได้กล่าวสนับสนุนว่าการเรียนรู้

โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจท์ (Piaget) และ ไวโกทสกี (Vygotsky) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาและผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

ทอร์ป และ เซจ (Torp and Sage, 1998 : 15) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นการผสมผสานระหว่างแนวคิดทฤษฎีกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ ด้านพุทธิปัญญา (Cognitive constructivist) และกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ด้านสังคม (Social Constructivist) ที่ถูกพัฒนาโดย Piaget และ Vygotsky ที่ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการพุทธิปัญญาและการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยการสร้างบริบทของสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้จากการสืบค้น และแสวงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่พบเห็นทั่วไปในชีวิตประจำวันของกลุ่มนักเรียน โดยครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงพี่เลี้ยงในการสืบเสาะ คิดค้นหาคำตอบและการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนในการสะท้อนคิดในสิ่งที่พวกเขาได้เรียนรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสิ่งที่เรียนและทักษะการคิดต่าง ๆ

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา ซึ่งการใช้ปัญหาค้นหาตั้งแต่ต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนจดจำเนื้อหาความรู้ได้ง่ายและนานขึ้น เพราะได้มีประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วยความรู้ดังกล่าว ในการสร้างปัญหาอาจจะสร้างขึ้นจากครูเพียงคนเดียว หรืออาจให้นักเรียนเป็นผู้สร้างก็ได้ โดยปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้น มักเป็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียนเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจน อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้หลายทาง ต้องการคำอธิบาย ความรู้จากหลายวิชา ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ ความต่อเนื่องของการบูรณาการของวิชาต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบเดิมที่สอนวิชาใดก็จะสอนแต่วิชานั้น จนอาจมองไม่เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ดีเท่าที่ควร

การที่นักเรียนมีโอกาสสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเองและร่วมกับผู้อื่น และสืบค้นการทำงาน

ร่วมกันในกลุ่มเล็ก ๆ ทำให้นักเรียนได้สร้างสมมติฐาน ระบุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ ค้นหาแหล่งเรียนรู้ ประเมินสารสนเทศที่ได้มา นำเสนอผลงาน สะท้อนบูรณาการและสังเคราะห์คำตอบที่เป็นไปได้

เดลลิส (Delisle, 1997 : 1 – 2) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของ จอห์น บี เดวี่ (John B. Dewey) ซึ่งมีชื่อว่า การศึกษาแบบพัฒนาการ (Progressive Education) ที่เน้นการเตรียมประสบการณ์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนในทุก ๆ ด้าน โดยคำนึงถึงความสนใจ ความถนัด และความต้องการทางด้านอารมณ์และสังคมของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ ผู้เรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

กิจซีเลียส (Gijsselaers, 1996 : 13 – 14) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเกิดจากทฤษฎีที่กล่าวว่า “การเรียนรู้คือกระบวนการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความรู้ที่มีในปัจจุบัน” ซึ่งเป็นแนวคิดของกลุ่มจิตวิทยาพุทธิปัญญานิยม (Cognitive Psychology) กิจซีเลียสได้กล่าวถึงแนวคิดในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 3 ประการ คือ

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างไม่ใช่กระบวนการรับ การเรียนรู้เกิดจากการสร้าง ความรู้เชื่อมโยงเครือข่ายมโนทัศน์ที่มีความหมาย การเกิดการเรียนรู้และข้อมูลใหม่มีอยู่แล้วในเครือข่ายซึ่งขึ้นกับว่าผู้เรียนจะอย่างไรกับข้อมูลเหล่านั้น ข้อมูลใหม่จะเกิดขึ้นได้จากการที่เราระลึกถึงความรู้เดิมที่มีและเคยใช้ความรู้นั้น ๆ ในการแก้ปัญหา นั่นก็คือ ความรู้เดิมจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่รู้ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ (Knowing About Knowing Affects learning) การเรียนรู้จะแกร่งกล้า เมื่อนักเรียนมีทักษะในการกำกับตนเอง ซึ่งหมายถึงเมตาคognition (Metacognition) เมตาคognition เป็นองค์ประกอบของทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นั่นคือมีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ว่าจะทำอะไร สามารถเลือกยุทธวิธีว่าจะอย่างไร และมีประเมินผลว่าบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเอง การที่จะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหานั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการมีความรู้ในตัวเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

3. ปัจจัยทางสังคมและองค์ประกอบแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ เป็นปัจจัยที่เป็นตัวนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความรู้และสามารถนำไปใช้เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการในการศึกษาระดับสูงขึ้นไป รูปแบบการเรียนรู้ที่

เป็นไปตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาจริง หรือการได้ปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีพ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหาและปัจจัยทางสังคมนั้นก็มิตีพิพลต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล นั่นคือการทำงานเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อันจะก่อให้เกิดทางเลือกหลากหลายที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

แอลบะเนส และมิทเชล (Albanese and Mitchell, 1993 : 58 - 81) กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นการนำตัวปัญหาเข้ามาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ โดยไม่ได้คาดหวังถึงความรู้ของผู้เรียน ปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การเกิดคำตอบตามที่ไม่มีความคาดหวังซึ่งกันทำให้ผู้เรียนไปสืบค้นต่อไป ดังนั้น วิธีการสอนโดยใช้ปัญหาดังที่กล่าวถึงนี้มีลักษณะเฉพาะที่การใช้ตัวปัญหาเป็นสาระหลักสำหรับผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหา และสร้างเสริมความรู้ในศาสตร์ทางคลินิกได้

มันทรา ธรรมบุศย์ (2553 :Online) กล่าวถึงแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นรูปแบบการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ดีมากที่สุดวิธีหนึ่งคือทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและคิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีโอกาสออกไปแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งทรัพยากรเรียนรู้ ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา ในส่วนของผู้สอนก็จะลดบทบาทของการเป็นผู้ควบคุมในชั้นเรียนลง แต่ผู้เรียนจะมีอำนาจในการจัดการควบคุมตนเอง ส่วนจะหาความรู้ใหม่ได้มากหรือน้อยแค่ไหนก็แล้วแต่ความประสงค์ของผู้เรียนเนื่องจากผู้เรียนเป็นฝ่ายรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง การที่ผู้เรียนต้องหาความรู้อย่างต่อเนื่อง ทำให้การเรียนรู้เป็นกระบวนการตลอดชีวิต (lifelong process) เพราะความรู้เก่าที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว จะถูกนำมาเชื่อมโยงให้เข้ากับความรู้ใหม่ตลอดเวลา จึงทำให้ผู้เรียนเป็นคนไม่ล้าหลัง ทันเหตุการณ์ ทันโลก และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมโลกในอนาคตได้อย่างดีที่สุด

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 75) ได้กล่าวถึงแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นการให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือที่ใกล้เคียง จะทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และต้องการแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ ทำให้เกิดกระบวนการคิด แสวงหาข้อมูล ประมวลผลข้อมูล อภิปราย และตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่จะเป็นประโยชน์ต่อสถานการณ์ในชีวิตจริง

ชานนท์ จันทรา (2549 : 29 – 30) กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการที่ได้สัมผัส และการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง (Higher – order thinking skills) การบูรณาการการเรียนรู้ (Interdisciplinary learning learning) การเรียนรู้อย่างอิสระ (Independent learning) ทักษะ

การแก้ปัญหา (Problem – solving skills) ทักษะการจัดการข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self – direct learning) การทำงานเป็นทีม (Teamwork) และทักษะการสื่อสาร (Communication skill) โดยนักเรียนสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับนักเรียน โดยตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไป ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาพื้นฐานของเหตุและผล การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม เพื่อให้ได้ความรู้มาอธิบายและแก้ปัญหาโดยนักเรียนจะพัฒนาแผนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ในส่วนย่อย ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับสิ่งที่ยังไม่เข้าใจในปัญหา ในการสืบค้นนักเรียนจะได้รับมอบหมายให้เป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม ให้ดำเนินการสืบค้น กล่าวคือ กลุ่มจะเป็นผู้กำหนดทิศทางของการเรียนรู้ของกลุ่ม

เฉลิม วราวิทย์ (2531 : ๑) กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และมีความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว การให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาจริงหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหา นั้น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีมานานก่อนการศึกษาในระบบถ้าจะวิเคราะห์ให้ดีแล้ว แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีมาตั้งแต่ครั้งพุทธกาล ซึ่งพระพุทธองค์ได้ใช้กระบวนการนี้ในการเผยแผ่คำสอนของพระองค์ และชี้ให้เห็นจริงในหลักของอริยสัจสี่ คือ ทุกข์ สมุทัย นิโรธ และมรรค

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ว่า การเรียนรู้เกิดจากการใช้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ไม่ชัดเจน ที่ต้องการคำตอบมาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น จึงต้องมีวิธีการคิดหาคำตอบ ทั้งจากการปรับโครงสร้างความรู้ภายในตัวบุคคล ตามแนวคิดการสร้างความรู้ทางพุทธิปัญญาของเพียเจต์ (Cognitive Constructivist) และการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อม ตามแนวคิดการสร้างความรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมของไวโกตสกี (Social Constructivist) กล่าวได้ดังนี้

แนวคิดการสร้างความรู้ทางพุทธิปัญญาของเพียเจต์ (Cognitive Constructivist)

เพียเจต์ (Piaget , 1972 : 1 - 12) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กกว่า มีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัด

ประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามเพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น

ขั้นตอนของการพัฒนาการทางพุทธิปัญญา

Piaget แบ่งขั้นพัฒนาการทางพุทธิปัญญาไว้ 4 ขั้น (Jordan, Elizabeth A. and Porath, Marion J., 2006 : 43 – 47); Hamilton, R. and Ghatala, E., 1994 : 217 – 225; พรรณี ชูทัย เจนจิต, 2545 : 69 – 75) โดยใช้อายุเป็นเกณฑ์ คือ


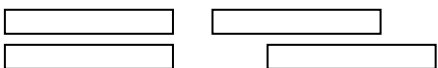
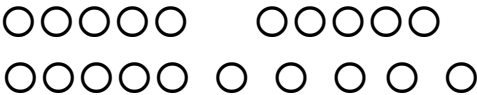
1. Sensori – motor - Intelligence (0 - 2 ปี) เป็นระยะวัยทารก พฤติกรรมของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การดูด ในวัยนี้เด็กแสดงให้เห็นว่ามีปัญหาด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ แม้ว่าจะสามารถอธิบายได้ด้วยการพูด เด็กจะต้องมีโอกาสที่จะปะทะกับสิ่งแวดล้อมได้ด้วยตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาทางด้านพุทธิปัญญา และความคิด จากการที่ Piaget ได้สังเกตลูกสาวเมื่ออายุได้ 1 ปี 4 เดือน โดยทดลองใช้กล่องไม้ขีดซึ่งปิดไม่สนิท เปิดประมาณ 3 มิลลิเมตร โดยภายในกล่องใส่ไข่มดเล็ก ๆ เอาไว้ ซึ่งเด็กมองเห็นได้ Piaget บันทึกว่าลูกสาวจับตาตุ่มที่กล่องนั้น โดยขณะเดียวกันก็อ้าปากขึ้นทีละน้อย ๆ และกว้างขึ้น ในที่สุดหยิบกล่องไม้ขีด แล้วเปิดกล่องให้กว้างหยิบเอาไข่มดเล็ก ๆ นั้นออกมาได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเด็กวัยนี้สามารถแก้ปัญหาได้

2. Preoperational thought (2 - 7 ปี) เป็นระยะวัยเด็กตอนต้นถึงระยะวัยประถมศึกษาตอนต้น การที่เรียกเด็กในวัยนี้เช่นนี้ เพราะเด็กยังไม่สามารถใช้ปัญญาคิดกระทำสิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างสมเหตุสมผล ขั้นตอนนี้แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

ก. Pre - conceptual thought (2 - 4 ปี) เด็กในวัยนี้มีนโนทัศน์ (concept) ในเรื่องต่าง ๆ แล้วเพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่สมเหตุสมผล ลักษณะเด่นของวัยนี้ คือ พัฒนาการทางภาษา สามารถใช้ภาษาที่เกี่ยวข้องกับตัวเองโดยส่วนใหญ่ “egocentric” เด็ก ๆ วัยนี้ชอบเล่นสมมุติ โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แท่งไม้แทนรถยนต์ เด็กอาจจะทำเสียงคล้ายเครื่องยนต์ หรือสมมุติให้ตุ๊กตาเป็นสิ่งที่มีชีวิต พูดคุยด้วย เป็นต้น

ความคิด ความเข้าใจของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การรับรู้เป็นส่วนใหญ่ เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลคิดเข้าใจในเรื่อง ความสามารถเชิงอนุรักษ์ (Conservation) เช่น สิ่งของจำนวนเท่ากัน แม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไป จำนวนของก็ยังเท่าเดิม ดังเช่น น้ำในถ้วยแก้ว ก. และถ้วยแก้ว ข. มีปริมาตรเท่ากัน เมื่อรินน้ำออกจากถ้วยแก้ว ก. ใส่ในภาชนะ ค. ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า เมื่อถามเด็กว่าน้ำในถ้วยแก้ว ข. กับ ค. ไหนจะมีมากกว่ากัน เด็กจะตอบว่าน้ำในแก้ว ข. มีมากกว่า เพราะเด็กมองเห็นว่าน้ำในถ้วยแก้ว ข. สูงกว่า ค. แสดงว่า ความคิดความเข้าใจของเด็กขึ้นอยู่กับ การรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สมเหตุสมผล เด็กคิดว่าเมื่อภาชนะเปลี่ยน สิ่งของในภาชนะนั้นจะเปลี่ยนไปด้วย

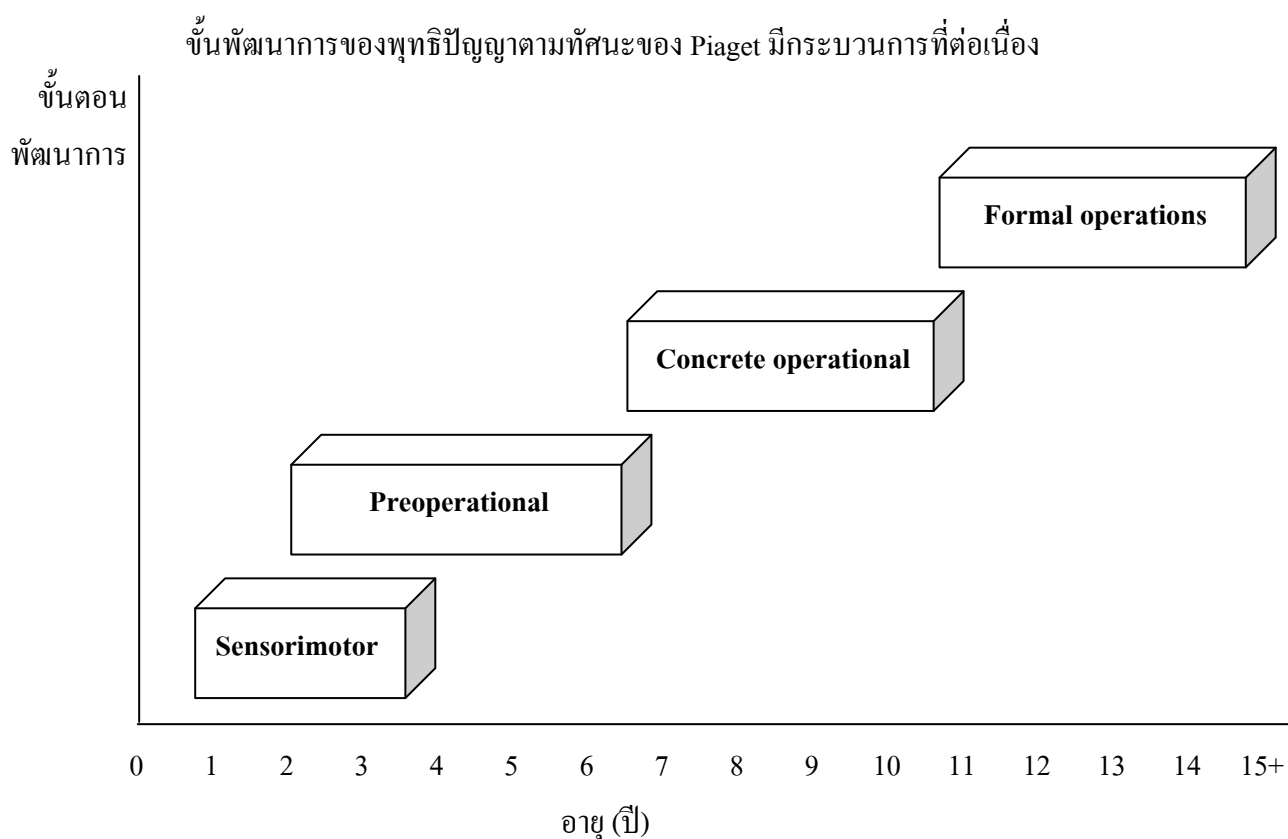
ข. Intuitive thought (4 - 7 ปี) หลังจากอายุ 4 ขวบ การคิดของเด็กก็สมเหตุสมผลขึ้น แต่ก็ยังเป็นลักษณะของการรับรู้มากกว่าความเข้าใจ พัฒนาการขั้นนี้ต่างจาก Pre - conceptual thought ที่เด็กจะมีปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า คือ สนใจอยากซักถามมากกว่าเด็กวัยนี้เริ่มเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่อยู่รอบข้าง ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด ความเข้าใจยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอก ดังเช่น การทดลองความสามารถเชิงอนุรักษ์ (Conservation) เกี่ยวกับความยาวโดยวางไม้แท่ง ก. และ ข. ซึ่งยาวเท่ากัน ให้ขนานกัน ต่อไปเลื่อนไม้แท่ง ข. ออกไป แล้วถามเด็กว่า ไม้แท่ง ก. และ ข. ยาวเท่ากันหรือไม่ เด็กจะตอบว่าไม่เท่า ส่วนใหญ่จะตอบว่าแท่ง ข. ยาวกว่า การที่เด็กตอบเช่นนี้แสดงว่ายังไม่มีความเข้าใจ และการคิดยังไม่สมเหตุสมผล ความคิดขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้หรือสิ่งเห็นด้วยตา นอกจากนั้น เด็กช่วงวัยนี้ขาดความสามารถเชิงอนุรักษ์ด้านต่าง ๆ เช่น ด้านมวลสารหรือด้านจำนวน ดังนี้

1. การอนุรักษ์เกี่ยวกับมวลสาร 
2. การอนุรักษ์เกี่ยวกับความยาว 
3. การอนุรักษ์เกี่ยวกับจำนวน 

การทดสอบความสามารถเชิงอนุรักษ์ของเด็ก (Carlson , 1993 : 325)

3. Concrete Operation (7 - 11 ปี) ระยะเวลาวัยประถมศึกษาดอนปลายถึงระยะวัยมัธยมศึกษาตอนต้น ความสามารถของเด็กวัยนี้ จะมีพัฒนาการทางพุทธิปัญญาในลักษณะที่สามารถใช้สมองคิดอย่างสมเหตุสมผล รู้จักคิดปฏิบัติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถที่จะเข้าใจเชิงอนุรักษ์เกี่ยวกับเรื่องของความคงตัวในสิ่งต่าง ๆ ได้ โดยที่เด็กเข้าใจว่า ของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่ง แม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็จะมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย - รวม ได้ ลักษณะเด่นของวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ (Reversibility) เด็กจะมีความเข้าใจในเรื่องของการแบ่งหมู่ และจัดหมู่โดยมีเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลัก การที่เด็กสามารถเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง การอนุรักษ์ หรือการคิดย้อนกลับ ได้นั้น เพราะในวัยนี้การคิดของเด็กมีลักษณะคิดมากกว่าหนึ่งมิติ (Decentration) คือ แทนที่จะคิดเพียงลักษณะเดียวเหมือนกับช่วงตอนเด็กเล็ก ๆ เด็กจะสามารถพิจารณาวัตถุได้ถึง 2 ลักษณะในเวลาเดียวกัน เช่น สามารถคิดเกี่ยวกับมิติขนาดและน้ำหนัก หรือขนาดและปริมาตร ไปพร้อม ๆ กันได้

4. Formal operation (11 - 15 ปี) ระยะเวลาวัยมัธยมศึกษาตอนปลาย วัยนี้เด็กจะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูงสุด และมีความสามารถที่จะคิดอย่างสมเหตุสมผลกับปัญหาต่าง ๆ เริ่มมีความคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ มีความพอใจที่จะคิดถึงสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ มีลักษณะการคิดแบบตั้งสมมุติฐาน (Hypothetico deductive reasoning) ได้อย่างสมเหตุสมผล



ภาพแสดงระยะขั้นตอนการพัฒนาทางพุทธิปัญญา

แนวคิดการสร้างความรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมของไวทอตสกี (Social Constructivist)

แนวคิดการสร้างความรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมของไวทอตสกีที่สำคัญ ได้แก่ พัฒนาการทางสติปัญญาและพัฒนาการทางภาษา ดังนี้

พัฒนาการทางสติปัญญา

ไวทอตสกี พัฒนาทฤษฎีของตนเองขึ้นบนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ระบบการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก ของพาวลอฟ (Pavlov) โดยอธิบายว่าพฤติกรรมมนุษย์คือการตอบสนองที่มี

บุคคลนั้นเคยได้รับ (Conditional reactions) เช่น การที่น้ำลายไหลเมื่อได้ยินคำว่ามะม่วง 3) ประสบการณ์ที่ตกทอดมาจากประวัติศาสตร์ทางวัฒนธรรม (Historical experience) เช่น ลักษณะการแสดง ความเคารพ 4) ประสบการณ์ที่บุคคลได้รับร่วมกับบุคคลอื่น ในสังคมเดียวกัน (Social experience) เช่น การเข้าโรงเรียน 5) จิตสำนึก (Consciousness) หรือประสบการณ์ที่ปรุงแต่งขึ้นในจิตใจจาก ประสบการณ์จริงทั้งหลาย ที่มนุษย์ได้รับในชีวิต เช่น การพูดกับตัวเองในลักษณะการวางแผนในขณะที่กำลังคิดวิธีการแก้ปัญหา (Vygotsky, 1997:27-45)

ไวกอตสกี ตั้งใจที่จะพัฒนาทฤษฎีที่อธิบายจิตสำนึกของมนุษย์ (Vygotsky, 1997 : Ixi) โดยมีแนวคิดพื้นฐานซึ่งเรียกว่า กฎพื้นฐานของพัฒนาการทางวัฒนธรรม ที่สรุปได้ว่า องค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ความสนใจ ความจำ การสร้างมโนทัศน์ และความปรารถนา ในการพัฒนาการทางวัฒนธรรมของมนุษย์แต่ละคน เป็นความเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ ที่มีจุดเริ่มต้นจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม ที่ตกทอดมาจากบรรพบุรุษ และการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกันระหว่างสังคมต่าง ๆ ในปัจจุบัน ผ่านประสบการณ์ที่แต่ละคนต่างได้รับและร่วมกันได้รับ แล้วแปรสภาพเป็นคุณลักษณะทางจิตใจของแต่ละบุคคลในที่สุด

ไวกอตสกี จำแนกองค์ประกอบต่าง ๆ ของจิตใจออกเป็น 2 ส่วน ใหญ่ ๆ คือ

องค์ประกอบของจิตใจตามธรรมชาติขั้นพื้นฐาน หมายถึง องค์ประกอบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของระบบทางชีวภาพ ที่มนุษย์ทุกคนมีเหมือน ๆ กัน เช่น การรับรู้ ความจำ การใส่ใจ เป็นต้น

องค์ประกอบของจิตใจทางวัฒนธรรมขั้นสูง หมายถึง เครื่องมือทางจิตใจต่าง ๆ ที่ได้มาจากวัฒนธรรมที่ถ่ายทอดมาสู่ตัวบุคคล โดยการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นที่มีเครื่องมือนี้แล้ว โดยมีลักษณะเป็นเครื่องหมาย และสัญลักษณ์ หรือระบบเครื่องหมาย สัญลักษณ์ เช่น ภาษา กิริยาท่าทาง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เครื่องช่วยจำ (Alkin, 1992 : 707 – 708 ; Berk and Winsler, 1995 : 5 ; Hamilton and Ghatala, 1994 : 257 ; Kozulin, 1996 : 103) การคิดอย่างเป็นเหตุผล การคิดเชิงมโนทัศน์ และการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (Gredler, 1997 : 254 -256)

ไวกอตสกี มีความเห็นว่าพัฒนาการของมนุษย์ คือ การทำงานของกระบวนการเสริมสร้างคุณลักษณะของตนเอง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้ในการเสริมสร้างองค์ประกอบของจิตใจทางวัฒนธรรมขั้นสูง จากการปรับสภาพกิจกรรมและกระบวนการภายนอกให้เป็นภายใน โดยมีกระบวนการย่อยที่สำคัญ คือ การสร้างสื่อกลาง ซึ่งหมายถึงการที่จิตใจสร้างสื่อกลางขึ้นมาแทนสิ่งต่าง ๆ ที่ตนเองรับรู้ ด้วยเครื่องมือทางจิตใจ เช่น ภาษา ที่ตนเองมีอยู่ในขณะที่ยังไม่รู้ สื่อกลางที่สร้างขึ้นใหม่ดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างองค์ประกอบของจิตใจทางวัฒนธรรมขั้นสูง และกำกับ

ไวโกตสกี (Vygotsky, 1962 : 52 – 81 ; 1997 : 96 - 145) ได้ศึกษาการสร้างมโนทัศน์ของมนุษย์ และได้ใช้แนวคิดของกระบวนการเสริมสร้างคุณลักษณะของตนเองและกระบวนการสร้างสื่อกลาง ในการอธิบายมโนทัศน์ของมนุษย์ไว้ว่าเป็นสิ่งที่สร้างสรรค์ขึ้นจากการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบทั้งหลายของจิตใจ จากภาพรวมไปสู่รายละเอียด และจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม โดยแบ่งได้เป็น 3 ชั้น คือ

1. ชั้นสร้างชื่อมโนทัศน์ เป็นชั้นเริ่มต้นที่มนุษย์ตั้งชื่อมโนทัศน์ขึ้นมา แต่ยังไม่สามารถให้ความหมายหรือคำอธิบาย เกี่ยวกับคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างแน่นอนได้
2. ชั้นเชื่อมโยงคุณลักษณะกับมโนทัศน์ เป็นชั้นที่มนุษย์เริ่มเชื่อมโยงคุณลักษณะต่าง ๆ จำนวนมาก เข้ากับชื่อมโนทัศน์อย่างแน่ใจได้ แต่ยังไม่สามารถบอกถึงคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดของมโนทัศน์นั้นได้ โดยมีลักษณะเด่น คือ คุณลักษณะที่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ในชั้นนี้ จะเป็นเฉพาะสิ่งที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้ง 5 เช่น สี ขนาด น้ำหนัก รูปร่าง เท่านั้น
3. ชั้นมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ เป็นชั้นที่มนุษย์สร้างมโนทัศน์ได้อย่างสมบูรณ์ โดยการประเมินคุณค่าลักษณะต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์แล้วตัดสินใจว่าคุณลักษณะกลุ่มใดเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดที่จะขาดไม่ได้ของมโนทัศน์นั้น คือสามารถให้ความหมาย หรืออธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะที่แท้จริงของมโนทัศน์นั้น แล้วแยกมโนทัศน์นั้นออกจากมโนทัศน์อื่น ๆ

พัฒนาการทางภาษา

แฮมิลตันและเกตาลา(Hamilton, and Ghatala, E., 1994 : 259 - 263) ได้อธิบายขั้นตอนของพัฒนาการทางภาษาตามแนวคิดของไวโกตสกี ไว้ว่า ความคิดและภาษาเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันเป็นอิสระจากกัน แต่เด็กจะค่อย ๆ เชื่อมโยง และพัฒนาทั้งความคิดและภาษาไปพร้อม ๆ กัน จากขั้นต้นที่ภาษาเป็นเพียงการเปล่งเสียง และความคิดเป็นเพียงความรู้สึกในใจ จนถึงขั้นสูงที่ความคิดแสดงออกเป็นถ้อยคำ และภาษาแสดงถึงความเป็นเหตุผล โดยภาษาจะมีหน้าที่ช่วยจัดระเบียบความคิด พัฒนาการดังกล่าวแบ่งได้เป็น 4 ชั้น คือ

1. ชั้นเริ่มต้นหรือขั้นตามธรรมชาติ (Primitive or natural stage) ชั้นนี้จะเริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงประมาณ 2 ขวบ เด็กจะเปล่งเสียงเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ทั้งจากภายในและภายนอกตนเอง ตามความรู้สึกของตน ในช่วงท้ายของขั้นนี้ เด็กจะเริ่มพูดเป็นคำ ๆ ได้ ถ้าได้รับการกระตุ้นจากผู้ใหญ่

2. ขั้นไร้เดียงสา (Native psychology stage) ขั้นนี้จะเริ่มประมาณ 2 ขวบ ถึง 4 ขวบ เด็กจะเริ่มตระหนักในลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ล้อมรอบตัวเอง จะใช้คำพูดเพื่อเรียกชื่อสิ่งต่าง ๆ ตามหลักเกณฑ์ทางภาษาได้ แต่ยังไม่เข้าใจความหมายที่แท้จริงทั้งหมดของคำพูดเหล่านั้น

3. ขั้นสัญญาณภายนอก (External sign stage) ขั้นนี้จะเริ่มประมาณ 4 ขวบ ถึง 7 ขวบ เด็กจะสามารถใช้สัญลักษณ์แทนความจริง เช่น ภาษา เป็นเครื่องช่วยแก้ปัญหาในจิตใจ โดยแสดงออกให้เห็นได้อย่างชัดเจน เช่น นับนิ้วเพื่อช่วยบวกเลข พูดสอนตัวเองเวลาทำงาน เป็นต้น ขั้นนี้สอดคล้องกับ ขั้นการพูดแบบตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentric speech) ตามแนวคิดของ เพียเจต์ (Piaget)

4. ขั้นเติบโตภายใน (Ingrowth stage) ช่วงนี้จะเริ่มตั้งแต่ประมาณ 7 ขวบ เป็นต้นไป ในขั้นนี้การแสดงออกถึงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์อย่างเห็นได้ชัดจะลดลงไป เด็กจะใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด และการแก้ปัญหาในลักษณะที่เป็นกระบวนการภายในจิตใจ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิด และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ กับสังคมของไวโกตสกีตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ สรุปได้ว่า บริบททางสังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญที่มีอิทธิพลในการสร้างความรู้ที่มีความหมาย โดยการสร้างรู้นั้นต้องอาศัยผู้รู้ หรือ สื่อกลางมาช่วยสนับสนุน (Scaffolding) เพื่อให้ผู้เรียนค่อย ๆ พัฒนาการด้านความรู้ไปตามช่วง พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ (Zone of Proximal Development)

แนวคิดการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ (Zone of Proximal Development)

ไวโกตสกี (Vygotsky, 1978 : 85 - 86 และ Dixon, 1996 : 14 - 15) ได้ให้นิยามของแนวคิดช่วงพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ (Zone of Proximal Development) ว่าหมายถึง ขอบเขตของการเรียนรู้ ซึ่งเป็นช่วงห่างระหว่าง ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่เป็นอยู่ หรือความรู้ความสามารถเดิม (Actual development determined) ที่ดูได้จากปัญหาที่แก้ได้ด้วยตนเองกับระดับศักยภาพของพัฒนาการทางสติปัญญา ที่ดูได้จากปัญหาที่ยังแก้ด้วยตนเองไม่ได้ แต่อาจแก้ได้ถ้าได้รับคำแนะนำ (Guidance) และการร่วมงาน (Collaboration) กับผู้ใหญ่ และเพื่อนวัยเดียวกันที่มีความสามารถมากกว่า (Potential development determined) ซึ่งจะช่วยให้พัฒนาการทางสติปัญญาหรือความรู้ ความสามารถของเด็กเพิ่มพูนขึ้น และแก้ปัญหานั้นได้ด้วยตนเองในเวลาต่อไป หรืออาจกล่าวได้ว่า สิ่งใดที่เด็กสามารถทำได้ด้วยความช่วยเหลือในวันนี้ เด็กจะสามารถทำได้ด้วยตนเองในวันหน้า

จากแนวคิดการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ดังกล่าว อาจสรุปทัศนะของไวโกตสกีที่มีต่อการศึกษานี้ได้ว่า การศึกษามีหน้าที่เพิ่มพูนพัฒนาการของมนุษย์ เด็กจะสามารถพัฒนาความรู้

ความสามารถของตนขึ้นได้จากประสบการณ์ที่ประกอบด้วยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เช่น การร่วมงาน (Collaboration) และการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับครู ผู้ปกครอง และเด็กคนอื่น ๆ (Berk and Winsler, 1995 : 26) โดยมีแนวทางนำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

ด้านการร่วมงาน (Collaboration) ทินซ์แมนน์ และคณะ (Tinzmann et al., 1990 : 1 - 2) ได้กล่าวถึงการร่วมงาน หรือห้องเรียนแบบร่วมกัน (Collaborative Classroom) ว่าหมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เลียนแบบการทำงานในสังคมที่จะมีกลุ่มขนาดต่าง ๆ ทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มเล็ก โดยมีลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. การแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
2. การสับเปลี่ยนกันเป็นผู้เชี่ยวชาญระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
3. ครูเป็นผู้ประสานสัมพันธ์
4. การจัดให้นักเรียนในกลุ่มมีความรู้ความคิดเห็นแตกต่างกัน

ด้านการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) แนวทางที่เด่นที่สุด คือ สแกฟโฟลด์ดิ้ง (Scaffolding) ซึ่งเป็นบทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ในลักษณะการช่วยเหลือตามสภาพปัญหาที่เป็นอยู่ในขณะนั้นด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองได้ โดยมี 6 วิธี คือ (Wood, Brumer, and Ross, 1976 : 98)

1. การคัดเลือก คือ การทำให้ผู้เรียนสนใจ และตั้งเป้าหมายในการเรียน ด้วยการเลือกเรื่องที่เหมาะสม และน่าสนใจมาเสนอ
2. การลดทางเลือก คือ การลดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นและลดขนาดของงานลง
3. การรักษาเส้นทาง คือ การรักษาความสนใจที่มีต่อเป้าหมายด้วยการจัดงานที่จะทำให้สนุกสนานน่าสนใจ การเอ่ยถึงคุณค่าของงานที่กำลังทำและความน่าสนใจของงานที่จะทำต่อไป
4. การชี้จุดสำคัญ คือ การชี้ให้เห็นคุณสมบัติสำคัญที่แสดงว่างานนั้นสำเร็จหรือไปถูกทางแล้ว รวมถึงการให้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องหรือคลาดเคลื่อนในงานที่กำลังทำอยู่ด้วย
5. การป้องกันปัญหา คือ การจัดเตรียมงานให้มีความปลอดภัยและสะดวกพอเพียงสำหรับการทำกิจกรรมของผู้เรียน โดยไม่ให้ผู้เรียนต้องพึ่งพาผู้สอนมากเกินไปในระหว่างการทำกิจกรรม
6. การสาธิต คือ การแสดงตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น

วูด (Wood, 1988 : 79) ได้จำแนกระดับของสแกฟโฟลด์ดิ้งจากน้อยไปมากไว้ 5 ระดับ คือ

1. การให้คำแนะนำอย่างกว้าง ๆ
2. การบอกแนวทางในจุดที่เป็นปัญหา

3. การให้แนวทางเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้
4. การจัดวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ให้
5. การสาธิตให้ดู

บุษบง ตันติวงศ์ (Tantiwong, 1994 : 3 - 11) ได้ศึกษาการใช้คำพูดของครูในลักษณะของ สแกฟโฟลด์ดิ้ง พบว่า คำพูดที่ประสบความสำเร็จในการทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ มีอยู่ 4 ลักษณะคือ

1. การให้ข้อมูลป้อนกลับที่มีความหมายกับผู้เรียน หรือตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในขณะนั้น
2. การวิเคราะห์งาน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจงานอย่างชัดเจน และทำให้้งานดูง่ายขึ้น
3. การทบทวนคำพูด หรือทบทวนความมุ่งหมายของสิ่งที่กำลังกระทำอยู่
4. การยืดหยุ่นให้ผู้เรียน สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะของการมีส่วนร่วมได้ตามความสนใจของเขา

เบิร์ก และ วินสเลอร์ (Berk and Winsler, 1995 : 26 - 29) กล่าวว่า สแกฟโฟลด์ดิ้ง จะ ได้ผลดีควรประกอบด้วยคุณลักษณะ 5 ประการ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาพร้อมกัน คือ การสร้างความกระตือรือร้นต่อสิ่งที่น่าสนใจและมีความหมายทางวัฒนธรรมในการทำงานร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาหรือไปสู่จุดมุ่งหมายร่วมกัน ระหว่างเด็กกับเด็กหรือเด็กกับผู้ใหญ่
2. การสร้างความเข้าใจร่วมกัน คือ กระบวนการที่เริ่มต้นจากผู้ที่มีความเข้าใจต่างกันมาแลกเปลี่ยนความเข้าใจกันด้วยวิธีการสื่อสารแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การมีความเข้าใจร่วมกันและทำงานร่วมกันอย่างแท้จริงในที่สุด การสร้างความเข้าใจร่วมกันจะสร้างความเข้าใจพื้นฐานสำหรับผู้ร่วมงานแต่ละคนในการติดต่อสื่อสารและสร้างทัศนคติที่เหมาะสมต่อกัน ผู้ใหญ่จะพยายามสร้างความเข้าใจร่วมกันในขณะที่ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของตนให้แก่เด็ก
3. การตอบสนองอย่างอบอุ่น คือ การที่ผู้ใหญ่มีการตอบสนองต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของเด็กอย่างชื่นชม และเป็นมิตร เพื่อให้เด็กรู้สึกมีความสุขและกระตือรือร้นในการทำงานที่ท้าทายความสามารถของตน
4. การเอาใจใส่ดูแลผู้เรียน คือ การช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองด้วยการทำงานไปได้อย่างต่อเนื่อง โดยทำได้ 2 ทาง คือ 1) การจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับความต้องการของเด็ก เช่น ถ้างานนั้นยากเกินไปก็ช่วยทำให้้ง่ายลง หรือถ้าเด็กเริ่มเบื่อก็นำเสนองานที่ท้าทายให้ 2) การสอดแทรกในจังหวะที่เหมาะสม คือ การให้ความช่วยเหลือ และการสอนเมื่อเด็กต้องการ และคอยสังเกตอยู่ห่าง ๆ เมื่อเด็กทำงานได้แล้ว

5. การส่งเสริมการกำกับตนเอง คือ การสนับสนุนให้เด็กกำกับกิจกรรมที่ทำร่วมกันให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยกระตุ้นให้เด็กพยายามแก้ปัญหาจนสำเร็จได้ด้วยตนเองมากกว่าการให้คำตอบสำเร็จรูปและการออกคำสั่งให้เด็กทำตาม เพื่อให้เด็กสามารถทำงานโดยอิสระได้ในที่สุด

เวบสเตอร์ เบเวริดจ์ และ รีด (Webster, Beveridge, and Reed, 1996 : 71 - 78) ได้กล่าวถึงกระบวนการของสแกฟโฟลด์ดิงว่า ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้นตอน คือ

1. การเชิญชวนให้เข้าร่วมและจัดกระบวนการทำงาน
2. การทบทวนความเข้าใจในแนวทางการทำงาน
3. การพิจารณาอย่างรอบคอบ
4. การสื่อความเข้าใจผ่านการเขียนหรือพิมพ์งาน
5. การสรุปงาน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยครั้งนี้สรุปแนวคิดได้ว่า การเรียนรู้เกิดจากการศึกษาผ่านปัญหาเป็นหลัก ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่จากกระบวนการแก้ปัญหา

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้
โรงเรียนแพทย์ มหาวิทยาลัยแม็คมาสเตอร์ในแคนาดา (The Medical School at McMaster University in Canada, 2010 : Online) ได้ให้ความหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่าเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ต้องลงมือปฏิบัติ เรียนรู้อย่างกระตือรือร้น มุ่งเน้นการสืบค้น และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในโลกแห่งความเป็นจริง

จอร์แดน และ พอแรธ (Jordan and Porath, 2006 : 10) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า หมายถึง ยุทธศาสตร์ที่เป็นการสืบสอบอย่างสร้างสรรค์ ส่วนมากจะเป็นการเรียนรู้ส่วนลึกและส่วนย่อย ลักษณะการเข้าถึงปัญหาของบุคคล การค้นหาลักษณะของปัญหา การร่วมมือกับบุคคลอื่น และอยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับงานที่เขาทำ

ตัน (Tan, 2003 : 27) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมที่มีจุดเน้นดังนี้ คือ เป็นปัญหาในชีวิตจริงที่ท้าทาย เป็นทักษะการคิดระดับสูง ทักษะการแก้ปัญหา การเรียนรู้หลายสาขาวิชา การเรียนรู้อย่างอิสระ ทักษะการรับรู้ข้อมูล การทำงานเป็นทีม และเป็นทักษะการสื่อสาร

ไวท์ (White, 2003 : Online) ได้กล่าวถึงการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเป็นการเรียนที่มุ่งนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริงที่มีความซับซ้อนก่อน ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ทำความเข้าใจปัญหา ศึกษาค้นหาหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาเพิ่มเติม และลงมือแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ โดยใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกประจำกลุ่ม

อีเดน (Edens, 2000 : 55) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่าเป็นรูปแบบการสอนที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะคิดและแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และมีความซับซ้อนเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาและเกิดทักษะการแก้ปัญหา

บารลล์ (Barell, 1998 : 7) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่าเป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่อยากรู้อยากเห็น ข้อสงสัยและความไม่มั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจนมีความยากหรือมีข้อสงสัยมาก มีแนวทางในการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย

การ์เลเกอร์ (Gallagher, 1997 : 332 – 362) ได้ให้ความหมายว่าการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน โดยผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียน ในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ผู้เรียนจะได้มาและพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

แบร์โรว์ และแทมบลิน (Barrows and Tamblyn, 1980 : 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ซึ่งสรุปได้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจในตัวปัญหาและวิธีการแก้ปัญห

มณฑรา ธรรมบุศย์ (2553:Online) กล่าวถึง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(Problem-based Learning หรือ PBL) ว่าหมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้รับความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนเองศึกษา การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจ และการแก้ปัญห

ทิสนา เขมมณี (2545 : 136) กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า เป็นการจัดสภาพการณ์การเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหา ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

สุนทรี คนเที่ยง (2544 : 12) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้จากกรณีปัญหาไว้ว่า “เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนคิดและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง กำหนดวัตถุประสงค์และเลือกแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำเท่านั้น”

เฉลิม วราวิทย์ (2531 : 8) ได้ให้ความหมายของการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า หมายถึง “วิธีการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะหาความรู้ เพื่อแก้ปัญหาโดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกันเอง”

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสรุปได้ว่า หมายถึงการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้น ต้องเป็นปัญหาในสภาพจริงที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ทั้งจากความสามารถในการสร้างความรู้ของตนเอง และการร่วมงานกับบุคคลอื่น

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้ เซฟเวอรี (Savery, 2011 : online) กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต้องเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ไม่ชัดเจน และมีการสืบสอบอย่างอิสระ
3. การเรียนรู้ควรมีการบูรณาการในหลาย ๆ สาขาวิชา
4. การเรียนรู้ร่วมกันเป็นสิ่งจำเป็น

5. จะรู้ว่าคุณเรียนได้เรียนรู้อะไรระหว่างการนำตนเองในการเรียนรู้นั้น จะต้องมีการนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาอีกครั้งด้วยการวิเคราะห์ใหม่และหาข้อสรุป

6. การสรุปผลการวิเคราะห์การเรียนรู้จากปัญหาและอภิปรายได้ว่า อะไรคือความรู้และหลักการที่ได้รับจากการเรียนรู้

7. มีการประเมินผลด้วยตนเอง และเพื่อนในแต่ละปัญหาจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้

8. กิจกรรมที่ผ่านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น จะเป็นสิ่งที่มีค่าในชีวิตจริง

9. การสอนนักเรียนจะต้องวัดความก้าวหน้าโดยต้องคำนึงถึงเป้าหมายของการเรียนรู้

10. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะต้องเป็นศาสตร์พื้นฐานในหลักสูตร และไม่ใช้การบรรยายเนื้อหาในหลักสูตร

โรงเรียนแพทย์ มหาวิทยาลัยแม็คมาสเตอร์ในแคนาดา (The Medical School at McMaster University in Canada, 2010 : Online) กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้ถูกขับเคลื่อนด้วยปัญหาปลายเปิด ทำทนาย ไม่มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว

2. ปัญหาต้องอิงบริบทเฉพาะ

3. นักเรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง อย่างกระตือรือร้นในการค้นหาแก้ปัญหาภายในกลุ่มเล็กประมาณ 5 คน

4. ประเด็นปัญหาสำคัญจะถูกดึงออกมาและการแก้ปัญหาจะต้องมีความคิดเห็นที่ตรงกันและได้นำไปใช้

5. ครูมีบทบาทในการเรียนรู้โดยให้แนวทางการเรียนรู้และส่งเสริมสภาพแวดล้อมและการสืบสอบหาความรู้

อเรนดส์ (Arends, 2009 : 387) ได้กล่าวถึงลักษณะเฉพาะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. การกระตุ้นคำถามหรือปัญหา (Driving question or problem)

2. มีการบูรณาการภายในสาขาวิชา (Inter disciplinary focus)

3. การสืบสวนตามสภาพจริง (Authentic Investigation)

4. การแสดงผลงาน (Production of artifacts and exhibits)

5. การร่วมมือกัน (Collaboration)

โฮวาร์ด (Howard, 2003) กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. การปฏิบัติกิจกรรมอย่างมีความหมาย

2. การเรียนรู้ต้องอิงสถานการณ์

3. มีภาระงานเป็นสถานการณ์ที่ไม่ทราบคำตอบมาก่อน จะต้องมีการวางแผน ตั้งคำถาม มีการตัดสินใจเพื่อให้ออกคำตอบ

4. มีการตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยอาศัยการร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหา

5. เปลี่ยนบทบาทผู้สอน โดยผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2001) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ปัญหาที่มีแนวทางในการหาคำตอบหลากหลาย (Ill - structured problem) จะถูกนำเสนอเป็นอันดับแรกและจัดเป็นศูนย์กลางของเนื้อหาสาระและบริบทของการเรียนรู้

2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้มีลักษณะ ดังนี้

2.1 โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลาย (Ill - structured) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป

2.2 สถานการณ์จะมีลักษณะที่ย่างยากซับซ้อนไม่ตายตัว

2.3 มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ เข้ามา

2.4 ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่าย ๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน

2.5 ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

3. การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะถูกจัดให้มีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูถูกจัดให้มีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

4. ในกระบวนการสอนและการเรียน จะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ แต่ความรู้ที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องเต็มไปด้วยความชัดเจนมีความหมาย

5. การประเมินการเรียนรู้จะประเมินตามสภาพจริง โดยดูที่ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา

ซาวิน (Savin, 2000 : 17 – 18) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 8 ประการ ดังนี้

1. ให้ความสำคัญและยอมรับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. เนื้อหามีลักษณะเป็นสหสาขาวิชา

4. มีการผสมผสานกันระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ

5. ให้ความสำคัญกับกระบวนการหาความรู้

6. ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ส่งเสริมการเรียนรู้
7. ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองและเพื่อน
8. เน้นทักษะการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลเพื่อหาความรู้

ชาวอย และฮัง (Savoie and Hunges, 1998 : 73) กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. เริ่มด้วยปัญหา
2. เชื่อมโยงปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิมของนักเรียน
3. การจัดระบบเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยไม่เน้นรายวิชา และต้องสัมพันธ์ปัญหาเข้ากับประสบการณ์
4. นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบหลักในการมีส่วนร่วม และการกำหนดทิศทางการเรียนด้วยตนเอง
5. ใช้ทีมขนาดเล็กเป็นบริบทของการเรียนให้มากที่สุด
6. ความสามารถของนักเรียนมาจากผลงานและการปฏิบัติกิจกรรม

บาร์โรว์ (Barrows, 1996 : 5 – 6) กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learning Is Student Celered) ภายใต้การแนะนำของผู้สอนประจำกลุ่ม (Tutor) ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบการเรียนของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการจะรู้เพื่อความเข้าใจดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

2. การเรียนเป็นกลุ่มย่อย (Learning Occur in Small Student Groups) เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยความหลากหลายของบุคคลต่าง ๆ

3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง (Teachers are Facilitators or Guides) โดยมีบทบาทที่ไม่ใช่ผู้บรรยาย ไม่ใช่ผู้บอกข้อมูล ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือผิดและสิ่งใดที่ผู้เรียนต้องศึกษาหรืออ่าน แต่มีบทบาทในการตั้งคำถามให้ผู้เรียนถามตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้น และจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการจัดการรวบรวมข้อมูล และกระตุ้นการเรียน (Problems Form the Organizing Focus and Stimulus for Learning) ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียนที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง และกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา ปัญหาที่นำเสนอจะมีลักษณะบูรณาการข้อมูลต่าง ๆ ในหลาย ๆ สาขา ข้อมูลใหม่จะถูกนำเสนอในรูปแบบสถานการณ์ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้

5. ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก (Problems Are a Vehicle for the Development of Clinical Problem solving Skills)

6. ความรู้ใหม่ที่ได้มาจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง (New Information Acquired through a Self – Directed Learning) จากความรู้ที่มีในโลกและสะสมความเชี่ยวชาญโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและวิจัย ซึ่งเป็นการฝึกปฏิบัติจริง ในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้มีการทำงานร่วมกัน มีการอภิปราย มีการเปรียบเทียบ มีการทบทวน และมีการอภิปรายถกเถียงกันว่าเข้าได้เรียนรู้ในเรื่องอะไรบ้าง

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2553 : Online) กล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Student centered learning)
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide)
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
5. ปัญหาที่ใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหา 1 ปัญหา อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาได้หลายทาง (Ill-structured problem)
6. ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (Self – directed learning)
7. ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (Authentic assessment)

ทิสนา แคมมณี (2545 : 136 – 137) ได้เสนอตัวบ่งชี้การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจ หรือความต้องการของผู้เรียน
2. ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนมีการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา
3. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา
4. ผู้เรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาาร่วมกัน
5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาและนำ และช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล
6. ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7. ผู้สอนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม

8. ผู้เรียนมีการลงมือในการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล

9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา

10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ว่าเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาด้วยการค้นคว้าด้วยตนเองและการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น โดยการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความรู้เดิม มีการประเมินความรู้ภายในกลุ่ม และผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ คือ ต้องมีสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเป็นปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีโครงสร้าง ที่กระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนต้องไปแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นร่วมกับกลุ่มเพื่อน โดยผู้เรียนนำความรู้เดิมที่มีไปสัมพันธ์กับปัญหา แล้วไปหาความรู้ใหม่มาใช้แก้ปัญหา แนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ อาจจะมีหลายวิธี

กระบวนการและขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning)

มีนักวิชาการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงกระบวนการและขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

อเรนส์ (Arends, 2009 : 401 – 405) กล่าวถึงขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาให้แก่ักเรียน (Orient students to the problem) โดยครูจะต้องศึกษาและทบทวนผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของบทเรียน วิเคราะห์ถึงสิ่งที่จำเป็นในการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น ๆ ตลอดจนสิ่งที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการแก้ปัญหาที่พวกเขาเลือกเอง

ขั้นที่ 2 จัดระบบนักเรียนในการเรียน (Organize student for study) ครูคอยช่วยชี้แนะ นักเรียนในการกำหนดขอบเขตและจัดการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเป็นระยะ

ขั้นที่ 3 ช่วยเหลือการสืบค้นอิสระและการสืบค้นกลุ่ม (Assist independent and group investigation) ครูกระตุ้นนักเรียนให้เก็บข้อมูลที่เหมาะสม และเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ตลอดจนกระตุ้นให้นักเรียนทำการทดลองและสืบค้นเพื่อหาคำอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอผลงานและการจัดนิทรรศการ (Develop and present artifacts and exhibits) ครูช่วยชี้แนะนักเรียนในการวางแผนและจัดเตรียมผลงาน เช่น รายงาน วิดีโอ หรือต้นแบบ นอกจากนี้ครูยังคอยชี้แนะในการนำเสนอผลงานของนักเรียน

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา (Analyze and evaluate the problem – solving process) ครูคอยช่วยชี้แนะนักเรียนในการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการสืบค้นและกระบวนการในการแก้ปัญหาที่พวกเขาเลือกใช้

ตัน (Tan, 2003 : 35 – 37) ได้กล่าวถึงแบบแผนของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. เผชิญสถานการณ์ปัญหา กิจกรรมขั้นแรกเกี่ยวกับการสอน ได้แก่
 - 1.1 การพัฒนากลุ่มผู้เรียน
 - 1.2 การอ่านรายบุคคล การสะท้อนความคิดและการสืบสอบ
 - 1.3 การสร้างข้อตกลงต่อบทบาทของทีมและกลุ่มทำงาน
 - 1.4 การระดมสมองต่อประเด็นปัญหาที่เป็นไปได้ให้ชัดเจน
 - 1.5 สร้างความเข้าใจให้ตรงกันต่อประเด็นปัญหา
 - 1.6 การมอบหมายงานอย่างรอบคอบเกี่ยวกับแผนการปัญหาและการวิเคราะห์ปัญหา
2. การวิเคราะห์ปัญหาและประเด็นการเรียนรู้ กิจกรรมการสอนในขั้นนี้ ได้แก่
 - 2.1 การระดมสมองและการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา สมมติฐานที่อยากรู้คำตอบ
 - 2.2 ระบุประเด็นการเรียนรู้และกำหนดวัตถุประสงค์
 - 2.3 การเรียนรู้ด้วยตนเองจากงานที่ได้รับมอบหมาย และเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน
3. การค้นพบและการรายงานผล กิจกรรมในขั้นนี้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง และรายงานการเรียนรู้สิ่งที่ค้นพบภายในกลุ่มของตนเอง ซึ่งการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน นักเรียนจะแลกเปลี่ยนข้อมูลใหม่ที่เป็นลักษณะเฉพาะของการค้นพบ นักเรียนจะต้องฝึกการเรียนแบบร่วมมือ ฝึกทักษะการสื่อสาร ฝึกทักษะการแสวงหาข้อมูลจากกันและกัน และแสดงความรู้
4. การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และการสะท้อนผล เป็นการแสดงการเรียนรู้ที่เกิดจากการค้นพบ การรายงานผล การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน และการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา การสะท้อนความคิด วิธีการประเมินผล รวมทั้งบริบทและการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ นักเรียนรับความรู้ที่เป็นสิ่งใหม่ แปลความหมายและสาธิตความรู้ใหม่ได้ ผู้สอนจะให้ความกระจ่างของช่องว่างความรู้ที่คลาดเคลื่อนที่สรุปเกินจริง ผู้สอนต้องปรับความรู้ความเข้าใจใหม่

5. มองสิ่งที่เรียนรู้มาทั้งหมด บูรณาการ และประเมินผล ซึ่งการบูรณาการความรู้จากหลายสาขาวิชา แหล่งข้อมูลและการสังเคราะห์จากการระดมความคิด ที่มาจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การทบทวนและการประเมินผลเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ มีแหล่งข้อมูล สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ นักเรียนจะถูกสอนให้ถูกวิพากษ์ ข้อมูล การเรียนรู้ สะท้อนความรู้ใหม่ที่เป็นผลมาจากปัญหาดังกล่าว ผู้สอนต้องช่วยผู้เรียนสรุป สมาชิกในกลุ่มประเมินว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติอย่างไรในด้านของผู้แก้ปัญหาและสมาชิกของทีมในสภาพของผู้แก้ปัญหา

เดลลิส (Delisle, 1997 : 26- 36) ได้เสนอกระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ของผู้เรียน หรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้ครูต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย แล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

2. การกำหนดกรอบการศึกษา (Setting up the Structure) ผู้เรียนอ่านวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาแล้วร่วมกันวางแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดกรอบการศึกษา 4 กรอบ ดังนี้

2.1 แนวคิด แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas) คือ วิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

2.2 ข้อเท็จจริง (Facts) คือ ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้ ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาหรือข้อเท็จจริง ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกัน หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

2.3 ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคืออยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยาม หรือประเด็นการศึกษาอื่น ๆ ที่ต้องการทราบ

2.4 วิธีการศึกษาค้นคว้า (Action Plan) คือ วิธีการที่จะดำเนินการ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

3. การดำเนินการศึกษาค้นคว้า (Visiting the Problem) แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการศึกษาค้นคว้า และดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

4. รวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากที่ได้แต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งว่าข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่น่าสนใจมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาและประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรจะต้องทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิด การตัดสินใจ รวมทั้งผู้เรียนจะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

5. สร้างผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a Product or Performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว แต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม

6. ประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุด ผู้เรียนประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเอง ของกลุ่ม และคุณภาพของปัญหา และสรุปประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน

โฟการ์ตี (Fogarty, 1997 : 3 – 8) กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 8 ประการ ดังนี้

1. พบทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา
2. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา
3. รวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา
4. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหา
5. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน
6. ทบทวนปัญหา
7. สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา
8. เลือกวิธีการในการแก้ปัญหา

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ มาจัมดาร์ (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ Majumdar, 2544 : 43) กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหาเป็นอันดับแรก
2. แก้ปัญหาด้วยเหตุผลทางคลินิกอย่างมีทักษะ
3. ค้นหาความต้องการการเรียนรู้ด้วยกระบวนการปฏิสัมพันธ์
4. ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
5. นำความรู้ที่ได้มาใหม่มาใช้ในการแก้ปัญหา
6. สรุปที่ได้เรียนรู้แล้ว (Barrows, 1985)

บาร์โรว์ และ แทมบลิน (Barrows and Tamblyn, 1980 : 191 – 192) ได้สรุปกระบวนการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องเผชิญกับปัญหาเป็นลำดับแรกก่อน ที่จะมีการเตรียมการหรือเรียนเกิดขึ้น
2. สถานการณ์ปัญหาจะถูกนำเสนอแก่นักเรียนในแนวทางที่เหมือนกับสถานการณ์จริง
3. นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับปัญหา โดยใช้เหตุผลและการประยุกต์ความรู้ที่มีเพื่อหาแนวทาง วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาและประเมินผลงานซึ่งเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ นั้น ๆ
4. ขอบเขตของการเรียนรู้จะเกิดขึ้นหรือนิยามขึ้นในกระบวนการทำงานเกี่ยวกับปัญหาและจะเป็นแนวทางนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Individualized study)
5. ทักษะและความรู้จะได้มาจากการศึกษาเหล่านี้ คือ การนำความรู้ที่มีเพื่อประยุกต์ใช้กับปัญหา เพื่อการประเมินผลการเรียนรู้และเพื่อเสริมแรงการเรียนรู้
6. การเรียนรู้เกิดขึ้นในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับปัญหาและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการรวบรวมสรุปและบูรณาการความรู้และทักษะที่นักเรียนมีอยู่แล้ว

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 75) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ว่า ผู้สอนและผู้เรียนควรร่วมกันเลือกปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ หรือต้องการเรียนรู้ โดยอาจเป็นสถานการณ์จริงหรือผู้สอนจัดให้ก็ได้ในระหว่างการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรมีโอกาสทำงานร่วมกัน โดยร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา ค้นคว้าและศึกษาข้อมูล วางแผนแก้ปัญหา หาทางเลือกที่หลากหลาย และลงมือแก้ปัญหาโดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำให้การสนับสนุน และประเมินการทำงาน และผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และการปฏิบัติงาน

เฉลิม วราวิทย์ (2531 : ๗ – ๘) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมแผนการสอน ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ การสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่ปรากฏอยู่ในชุมชนหรือสังคมนั้น และแนวทางในการประเมินผลเพื่อเสริมการเรียนการสอนแบบการแก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง
2. การบริหารการเรียนการสอน ขั้นตอนนี้เป็นการนำแผนซึ่งเตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 1 มาใช้กับผู้เรียน เนื่องจากการเรียนการสอนแบบเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้เป็นแบบยึดผู้เรียนเป็นหลัก (student centered) ฉะนั้นผู้เรียนจะผ่านกระบวนการเรียนที่สำคัญ 3 ประการ คือ

2.1 การระบุปัญหา (Problem identification) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับปัญหาที่ผู้สอนได้สร้างไว้ให้ และผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหาความรู้ให้ได้ว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร ใช้กระบวนการคิดที่มีเหตุผลด้วยวิธีการเชื่อมโยงความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้กับปัญหา เพื่อให้เกิดแนวความคิดในสิ่งใหม่

2.2 การเรียนการสอนในกลุ่มย่อย (Small group tutorial learning) การจัดผู้เรียนให้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหาและเกิดความรู้ใหม่ ในเวลาเดียวกันผู้เรียนและผู้สอนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดไปในทางที่กำหนดไว้ ในระยะนี้ผู้เรียนจะกำหนดแนวทางการค้นคว้าหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหาต่อไปด้วยการแบ่งภาระหน้าที่ให้สมาชิกกลุ่มไปศึกษาหาความรู้

2.3 การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (Self – directed learning) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละคนจะช่วยกันไปแสวงหาความรู้ตามความถนัดของแต่ละบุคคล ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการดำเนินงานของตนเองที่มีต่อกลุ่ม เลือกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองและนำความรู้ที่หามาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันกับสมาชิกกลุ่มเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ระยะนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสประเมินผลงานของตนเอง และวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองและผู้อื่นด้วย

3. การประเมินผลการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ เน้นให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง (Self evaluation) และประเมินผลการปฏิบัติงานของสมาชิกกลุ่ม (Peer evaluation) ฉะนั้น การประเมินผลจึงนิยมใช้เพื่อการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน เพื่อผู้เรียนจะได้รู้ว่าตนเรียนรู้อะไรและยังบกพร่องในจุดใด ผู้สอนจะทำการประเมินโดยเน้นกระบวนการเรียนของผู้เรียน (Learning process) และนำข้อมูลมาบอกผู้เรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป มากกว่าที่จะประเมินผลรวมแต่เพียงอย่างเดียว

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสรุปได้ว่า มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหา การทำความเข้าใจกับปัญหา การกำหนดกรอบแนวคิด การดำเนินการคิดแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบและสรุปความรู้ใหม่ที่ได้รับ

แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ไว้ดังนี้

แมคเกรเกอร์ และสมิท (MacGregor and Smith , 2011 : Online) ได้กล่าวถึงแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันไว้ว่า การเรียนรู้ร่วมกันเป็นกระบวนการศึกษาร่วมกันของ บุคคลหลายฝ่ายทั้งจากนักเรียน หรือนักเรียนกับครู ที่มีการทำงานกลุ่มของนักเรียนตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไป เพื่อการค้นคว้าทำ

สถาบันทางการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Institute for Science Education, 2011 : Online) ได้กล่าวถึงแนวคิด Collaborative Learning ว่าการเรียนรู้ร่วมกันอยู่บนพื้นฐานความคิดที่ว่า การเรียนรู้เป็นการกระทำโดยธรรมชาติทางสังคมด้วยการมีส่วนร่วม และในระหว่างการพูดคุยของพวกเขาจะเกิดการเรียนรู้ขึ้น การเรียนรู้ร่วมกันมีหลายแนวคิด ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิบัติ ที่ผู้เรียนต้องซึมซับ สื่อสาร สัมพันธ์ความรู้ใหม่กับความรู้เดิมภายใต้ภาระงาน

2. การเรียนรู้ต้องการความท้าทาย ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมจากกลุ่มเพื่อน มีกระบวนการและการสังเคราะห์ข้อมูลมากกว่าการจดจำและการดึงออกมาใช้เฉยๆ

3. ผู้เรียนได้รับผลประโยชน์จากการใช้วาทกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่มาจากพื้นฐานที่แตกต่างกัน ได้แสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย

4. การเรียนรู้ที่ดีนั้นเกิดจากการพูดคุยในสภาพแวดล้อมทางสังคมต่าง ๆ ระหว่างการใช้ความคิดได้พัฒนาทั้งระดับสติปัญญาและร่างกาย ผู้เรียนจึงสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานและอธิบายได้อย่างมีความหมาย

5. ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ร่วมกันนั้น ผู้เรียนรู้สึกท้าทายทั้งด้านสังคมและอารมณ์ ในมุมมองที่ต่างกัน จึงมีการนำเสนอความคิดเพื่อต้องการสร้างความชัดเจน ดังนั้นในการปฏิบัติผู้เรียนจึงยืนยันความคิดว่าถูกต้องโดยไม่ต้องพึ่งพาผู้รู้หรือหนังสือ

ดังนั้นในการวางระบบการเรียนรู้ร่วมกันผู้เรียนจึงมีโอกาสที่จะพูดคุยกับเพื่อน นำเสนอและชี้แจงความคิด แลกเปลี่ยนผลประโยชน์ที่แตกต่างกัน มีคำถาม ความคิดรวบยอดและร่วมกิจกรรม

ลารา และบราวน์ (Lara and Brown, 2011 : Online) ได้กล่าวถึงแนวคิด Collaboration Learning ว่ามีลักษณะเป็นวงคล้ายร่ม มีหลากหลายรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกัน ที่มาจากปฏิบัติการกลุ่มขนาดเล็ก (Small group project) มีความพิเศษมากกว่า Cooperative Learning ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือชนิดหนึ่งของ Collaboration Learning ที่พัฒนาโดย John and John ในศตวรรษที่ 1960

แสวน (Swan, 2006) ได้กล่าวถึงแนวคิด Collaboration Learning ว่ามีหลักการสำคัญสรุปได้ดังนี้

1. เกิดการสร้างความรู้ของนักเรียน ซึ่งหมายถึงความรู้ที่ได้มาจากการพัฒนาการประเมินผลระหว่างเรียนด้วยเทคนิค และการปรับปรุงวิธีการสอน ให้เหมาะสมตามศักยภาพที่นักเรียนต้องการเรียนรู้

2. มีการนำประเด็นที่คลาดเคลื่อนมาอภิปราย ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในประเด็นที่ขัดแย้ง โดยการเผชิญหน้าและเพื่อให้มีโอกาสได้ลงมติผ่านการอภิปราย

3. การใช้คำถามระดับสูง คำถามที่ใช้ได้ผลมากที่สุดคือเมื่อคำถามนั้นส่งเสริมการอธิบาย การสังเคราะห์และการนำไปใช้

4. ใช้การร่วมมือกันทำงานภายในกลุ่มขนาดเล็ก กิจกรรมที่ใช้ได้ผลมากที่สุดคือเมื่อกิจกรรมนั้นช่วยกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์ อภิปรายอย่างสร้างสรรค์มากกว่าการโต้เถียงและการไม่ยอมรับความคิดเห็น และที่สำคัญคือการร่วมกันรับผิดชอบต่อเป้าหมายเดียวกันและจำนวนสมาชิกภายในกลุ่ม

5. ส่งเสริมการให้เหตุผลมากกว่าคำตอบที่ได้รับ เป็นจุดมุ่งหมายที่ลึกซึ้ง แต่บ่อยครั้งที่นักเรียนสนใจเพียงว่าเขาจะทำอะไรและเขาเคยเรียนรู้อะไรมาบ้าง

6. มีการใช้ภาระงานที่หลากหลายภายใต้การร่วมแรงร่วมใจ ซึ่งเป็นภาระงานที่พบเห็นโดยทั่วไป สามารถขยายความได้ กระตุ้นให้เกิดการตัดสินใจ ส่งเสริมการอธิบาย กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ และมีคำถามที่ใช้กระตุ้นว่า “ถ้า.....อะไร และ ถ้า.....ไม่อะไร”

7. มีการสร้างสรรค์การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อเรื่อง โดยทั่วไปพบว่ามันยากสำหรับนักเรียนที่จะเชื่อมโยงการเรียนรู้ระหว่างหัวข้อเรื่องกับบริบทอื่นๆ ซึ่งยังไม่สามารถสัมพันธ์ความรู้ได้ ครูจึงมีผลมากในการประสานความคิดให้แก่เด็กเรียน

8. การใช้เทคโนโลยีเป็นทางเลือก มีการใช้คอมพิวเตอร์และปฏิสัมพันธ์กับกระดานไวท์บอร์ด (Whiteboard) ทำให้นักเรียนได้มองเห็นการนำเสนอความรู้ที่มีการเคลื่อนไหวและเป็นวิธีหนึ่งที่นำเดินเดินซึ่งจูงใจนักเรียนได้

ดิลเลนเบิร์ก (Dillenbourg, 1999 : 17 – 18) กล่าวถึง แนวคิด Collaborative Learning ว่าเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน มีกระบวนการและผลที่ได้รับ ไว้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่ต้องเรียนรู้ร่วมกันและการมีปฏิสัมพันธ์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างปฏิสัมพันธ์และกระบวนการ
3. ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและผลที่ได้รับ
4. มีความเกี่ยวข้องกับทฤษฎีทางปัญญา (Cognitive theory)

อเรนส์ (Arends, 1994) กล่าวถึงแนวคิด Collaborative Learning ว่าหมายถึง วิธีการเรียนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย โดยให้สมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบต่อกัน ช่วยกันทำงานให้สำเร็จมีจุดมุ่งหมายร่วมกัน สมาชิกกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำงานเต็มความสามารถ มีการคิดร่วมกัน ทำงานร่วมกัน มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน และร่วมกันทำงานจนประสบความสำเร็จ

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2553 : 6) กล่าวถึงแนวคิด Collaborative Learning ไว้ดังนี้ การที่ครูผู้สอนมีความสามารถในการเรียนรู้แบบร่วมกันกับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ผู้สอนจะต้องมีทักษะในบทบาทของการเป็นผู้ชี้แนะ หรือที่ปรึกษาที่ดีในการเรียนรู้ (ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะของการเรียนรู้ด้วยตนเอง) ของผู้เรียน รวมทั้งการเป็นผู้เรียนเองในบางครั้ง ทักษะสำคัญของการเป็นผู้ชี้แนะ หรือที่ปรึกษาที่ดีนั้น ได้แก่ การสร้างฐานการเรียนรู้ (Scaffold) ให้กับผู้เรียนเป็นระยะ ๆ อย่างเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดฐานการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยในการต่อยอดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมขึ้นได้ ทั้งนี้การเรียนรู้จะเกิดขึ้นในผู้เรียนได้จำกัด หากปราศจากซึ่งฐานการเรียนรู้ที่เหมาะสมจากผู้สอน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน สรุปได้ว่า การเรียนรู้ร่วมกันเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ที่มีเป้าหมายเดียวกัน สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีหน้าที่และความรับผิดชอบในการคิดด้วยกัน และทำงานด้วยกัน สมาชิกทุกคนได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ก่อนมีการสรุปความรู้ใหม่ที่เป็นความคิดเห็นของกลุ่ม

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันในงานวิจัยครั้งนี้ สรุปแนวคิดได้ว่าเป็นการเรียนรู้ในลักษณะแบบธรรมชาติ โดยผู้เรียนมีลักษณะหลากหลาย และมีความสามารถที่แตกต่างกัน ทำให้มีความคิดเห็นในประเด็นที่ทำทาบ มีการโต้แย้งและคลี่คลายประเด็นที่เห็นไม่ตรงกันหรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน โดยการแสดงผลเพื่อให้ผู้อื่นในกลุ่มยอมรับ

ความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ไว้ดังนี้

สถาบันแห่งชาติทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ (National Institute for Science Education, 2011 : Online) ได้กล่าวว่า Collaboration Learning หมายถึง แนวคิดทางการเรียนการสอนที่เป็นการเตรียมกลุ่มผู้เรียนในการทำงานด้วยกันให้สำเร็จเพื่อแก้ปัญหา สร้างความถูกต้องของภาระงาน หรือสร้างสรรค์ผลงาน

แมคเกรเกอร์ และสมิท (Macgregor and Smith, 2011 : Online) ได้กล่าวว่า Collaboration Learning หมายถึง แนวคิดทางการศึกษาที่หลากหลาย มีลักษณะคล้ายกับผู้เรียนพยายามในการพัฒนาความรู้ร่วมกันโดยกลุ่มนักเรียนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป หรือทั้งครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหา หาความหมาย และสร้างผลงาน

บอสเวิร์ท และ แฮมิลตัน (Bosworth and Hamilton, 1994 : 8) กล่าวว่า Collaborative Learning เป็นพื้นฐานของแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้เป็นการกระทำทางสังคมโดยธรรมชาติ ด้วยการมีส่วนร่วมของบุคคล

ดิลเลนเบิร์ก (Dillenbourg, 1999 : 8) กล่าวว่า Collaborative Learning หมายถึง สถานการณ์ซึ่งคนสองคนหรือมากกว่าเรียนรู้ หรือพยายามที่จะเรียนรู้บางสิ่งบางอย่างด้วยกัน ดีความคำว่า คนสองคน หรือมากกว่าอาจจะเป็นคู่ หรือกลุ่มเล็กที่มี 3-5 คน ที่มีการทำงานด้วยกันในชีวิตจริงในห้องเรียน ในชุมชนแห่งการเรียนรู้ อาจจะได้ความได้ว่า การเผชิญหน้า หรือผ่านเครื่องคำนวณพร้อมกัน หรือไม่ได้ บ่อยครั้งหรือไม่ก็ได้ หรือไม่ก็พยายามร่วมกันทำ หรือไม่ก็ใช้ระบบการแบ่งงาน

ทิชแมน และคณะ (Thizman and Others, 1990 : 1) ได้กล่าวถึงการร่วมงาน Collaboration หรือห้องเรียนแบบร่วมกัน (Collaborative Classroom) ว่าหมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เลียนแบบการทำงานในสังคมที่จะมีกลุ่มขนาดต่าง ๆ ทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มเล็ก

สุพิน ดิษฐสกุล (2543 : 1) กล่าวว่า Collaborative Learning หมายถึง เป็นวิธีการเรียนที่นักเรียนให้ความร่วมมือร่วมใจในการทำงานกลุ่ม เพื่อศึกษาในสิ่งที่สนใจเหมือนกัน โดยร่วมกันสร้างชิ้นงานหรือทำโครงการ แล้วนำเสนอข้อมูลความรู้ที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน สรุปได้ว่า หมายถึง การเรียนรู้เกิดจากการทำงานของกลุ่มที่มีขนาดเล็กโดยการช่วยเหลือ ร่วมมือ ร่วมใจ ในเป้าหมายเดียวกันและมีผลงานที่เกิดจากเป้าหมายนั้น

ลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน(Collaborative Learning) ไว้ดังนี้

แมกเกรเกอร์และสมิท (MacGregor and Smith, 2011 : Online) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกันไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสร้างความรู้ความหมายที่เป็นสิ่งใหม่
2. การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับบริบทที่หลากหลายเหมาะสมและเป็นบริบทที่ท้าทายให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติภารกิจ ให้เหตุผล รวมถึงการใช้ทักษะการแก้ปัญหา

3. การเรียนรู้ที่อาศัยความหลากหลายของผู้เรียน มีความแตกต่างกันในด้านพื้นฐานความรู้ ความสามารถ รูปแบบการเรียนรู้ ประสบการณ์ และความต้องการของผู้เรียน ซึ่งครูไม่สามารถใช้วิธีการเดียวกับผู้เรียนทุกคนได้ และจากมุมมองที่หลากหลายของนักเรียนก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและความเข้าใจมากขึ้น

4. การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โครงสร้างของการเรียนรู้ร่วมกันมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันผ่านการสนทนา พูดคุยกัน เกิดการใช้พลังทางความคิดร่วมกัน ก่อให้เกิดการสำรวจ และให้ข้อมูลป้อนกลับระหว่างกันจึงนำไปสู่ความเข้าใจของนักเรียนที่ดีขึ้น รวมถึงความเข้าใจใหม่ร่วมกันของทุกคน

ลิตเติ้ลวูด (Littlewood, 2000 : 1 – 2) กล่าวถึง ลักษณะบางลักษณะของ Collaborative Learning ไว้ ดังนี้

1. นักเรียนมีการทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่มีความหลากหลาย โดยทั่วไปนักเรียนในกลุ่มมีประมาณ 4 คน ที่มีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชี่ยวชาญด้านภาษา เพศ อายุ บุคลิกภาพ หรือรูปแบบการเรียนรู้ แต่จุดมุ่งหมายเป็นผลที่แตกต่างที่ได้จาก ความหลากหลายภายในกลุ่ม

2. นักเรียนมีการทำงานที่ต้องพึ่งพาอาศัยกันในเชิงบวก หน้าที่ในการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียน คือ นักเรียนร่วมแบ่งปันข้อมูลความรู้และความคิดเห็น รวมถึงการอภิปรายในเนื้อหาเดียวกันเพื่อให้ได้การตัดสินใจ หรือสร้างผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม

3. นักเรียนต้องมีการอธิบายหรือรายงานทั้งรายบุคคล และรายกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนต้องมีรายงานเพื่อช่วยให้ได้ผลที่สมบูรณ์ของงานในแต่ละส่วน และได้รับการสนับสนุนเมื่อกลุ่มรายงานต่อชั้น อาจจะเป็นส่วนหนึ่งของโครงการซึ่งรวบรวมงานของแต่ละกลุ่มทั้งหมดเข้าเป็นกลุ่ม

4. นักเรียนเรียนรู้ผ่านการสื่อสารอย่างมีความหมาย นักเรียนแต่ละคนซึ่งมีความรู้และความคิดต่างกัน เมื่อทำงานร่วมกันหรือทำงานในเนื้อหาเดียวกัน ต้องมีการประยุกต์ทักษะการคิดต่างกัน เมื่อทำงานร่วมกันหรือทำงานในเนื้อหาเดียวกัน ต้องมีการประยุกต์ทักษะการคิดระดับสูงในการอภิปรายและตรวจสอบข้อมูล เนื้อหา ความคิดเห็นเพื่อสร้างงาน เช่น รายงาน หรือการนำเสนอต่อชั้นเรียน

5. นักเรียนเรียนรู้และฝึกทักษะที่จำเป็นของการมีส่วนร่วม การมีปฏิสัมพันธ์กัน มีความจำเป็นมากในการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อการดำเนินงาน การนำเสนอข้อมูลและแนวคิด รวมถึงทักษะพื้นฐานความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ความรับผิดชอบในหน้าที่ ทักษะทางสังคม เช่น การถามเพื่อความเข้าใจ ให้ความเห็นเพิ่มเติมจากแนวคิดของผู้อื่น การแปลความ ขอมรับความช่วยเหลือจากผู้อื่น ให้ความช่วยเหลือผู้อื่น การประนีประนอม การโต้แย้ง การอดทนอดกลั้นต่อความแตกต่าง

ดิลเลนเบิร์ก (Dillenbourg, 1999 : 9) กล่าวถึงลักษณะสถานการณ์ของ Collaborative ว่า เป็นความรู้สึที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์การร่วมกันเป็นครั้งคราวกับเพื่อนในลักษณะ ดังนี้

1. มีความรู้สึกมากหรือน้อยเหมือนกัน และปฏิบัติกิจกรรมเหมือนกัน

2. มีเป้าหมายเดียวกัน

3. ทำงานด้วยกัน

บอสเวิร์ท และ แฮมิลตัน (Bosworth and Hamilton, 1994 : 12) กล่าวว่ากิจกรรม Collaborative Learning ควรมีลักษณะที่สำคัญ 6 ประการ ดังนี้

1. ต้องให้เวลานักเรียนสำหรับการหาข้อสรุปร่วมกัน
2. ชักจูงให้นักเรียนทำหน้าที่ของตนอย่างสมบูรณ์ภายในเวลาที่กำหนดให้
3. ยอมให้สมาชิกในกลุ่มจับตาทบทวนหน้าที่เอง
4. ยอมรับความคิดเห็นส่วนใหญ่ของกลุ่ม แต่ต้องเคารพความคิดเห็นที่หลากหลาย

ของบุคคลส่วนน้อย

5. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงบทบาทต่อตรง ไตร่ตรอง หาข้อสรุป

6. ครูและนักเรียน ร่วมกันประเมินกระบวนการเพื่อให้ได้ข้อตกลง

ทิชแมน และคณะ (Thizman and Others, 1990 : 1 - 2) ได้กล่าวถึงลักษณะของการร่วมงาน (Collaboration) หรือห้องเรียนแบบร่วมกัน (Collaborative Classroom) ว่ามีลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. การแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
2. การสับเปลี่ยนกันเป็นผู้เชี่ยวชาญระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน
3. ครูเป็นผู้ประสานสัมพันธ์
4. การจัดให้นักเรียนในกลุ่มมีความรู้สึกความคิดเห็นแตกต่างกัน

สุพิน ดิษฐสกุล (2543 : 2) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ดังนี้

1. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน การจัดกลุ่มในการทำงานเกิดจากสมาชิกที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกัน ดังนั้นขนาดของกลุ่มจึงไม่เท่ากัน และแต่ละกลุ่มอาจมีความสามารถแตกต่างกัน บางกลุ่มอาจมีสมาชิกที่มีความสามารถสูง บางกลุ่มอาจมีสมาชิกที่มีความสามารถต่ำ

2. ลักษณะของงาน เป็นงานที่ต้องทำร่วมกัน และเป็นงานที่สมาชิกภายในกลุ่มเห็นชอบและมีการวางแผนร่วมกัน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน สรุปได้ว่า มีลักษณะสำคัญ คือ มีการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มขนาดเล็ก สมาชิกมีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ อย่างหลากหลาย มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทุกคนต้องแสดงความคิดและค้นคว้าหาความรู้ มีสื่อกลางช่วย และช่วยกันสรุปความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้โดยครูและเพื่อน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันในงานวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ คือ มีการจัดกลุ่มผู้เรียนขนาดเล็ก 4 คน โดยความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน ภายในกลุ่มมีการกำหนดเป้าหมายของงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ มีการพูด เขียน อธิบายเหตุผลในประเด็นที่ท้าทาย รับฟังและร่วมกันสะท้อนคิด ได้แย้ง คัดค้านในประเด็นที่เห็นไม่ตรงกันเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ทักษะและกระบวนการของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning)

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงทักษะและกระบวนการของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ไว้ดังนี้

ดิลเลนเบิร์ก (Dillenbourg, 1999 : 14 – 15) กล่าวถึงลักษณะกระบวนการของ Collaborative Learning ไว้ ดังนี้

1. มีการนำเสนอปัญหาโดยสรุปของแต่ละคน
2. การสร้างความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคล
3. การอธิบายของแต่ละบุคคลโดยใช้ความเชื่อมโยงสถานการณ์ทางสังคมในการสร้างความรู้ ความเข้าใจของตน
4. ความขัดแย้งทั้งภายในและภายนอกตัวบุคคล จะเป็นสาเหตุให้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่หายไปสู่ผู้ร่วมงานทั้งในส่วนของความรู้และข้อคิดเห็น
5. คำตอบสั้น ๆ ที่มาจากการยึดถือกระบวนการซึ่งเครื่องมือที่มีความหมายในการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
6. มีวิธีการจัดการความรู้ความเข้าใจของบุคคลว่าคิดอะไร มีความเชื่ออย่างไร
7. รูปแบบของการร่วมมือจะไม่มีรายละเอียด ไม่แน่นอน และไม่ยาวนาน คุณภาพของกลุ่มจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับความถี่ของการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

บอสเวิร์ท และ แฮมิลตัน (Bosworth and Hamilton, 1994 : 27 - 28) กล่าวว่า Collaborative Learning เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interpersonal Skills) เป็นทักษะพื้นฐานทางสังคม ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน คนในครอบครัวและสถานการณ์ในสังคม ในการทำงานกลุ่มบรรยากาศของการทำงานเป็นปัจจัยสำคัญ เช่น การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน การยิ้มแย้มแจ่มใส การยอมรับซึ่งกันและกัน กล่าวคำชมเชยและการติเพื่อก่อให้กันและกัน

สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นแรงจูงใจในการทำงานร่วมกัน สมาชิกทุกคนควรจะต้องมีทักษะในการจูงใจอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น การใช้คำพูด ทำทางที่เป็นมิตร การพูดด้วยเหตุผล ไม่ใช่การบังคับ ช่มชู้ มีความจริงใจต่อกัน ตลอดจนรู้ลักษณะการให้คำติชมที่เหมาะสมแก่กัน

2. ทักษะการจัดกลุ่ม (Group Management Skills) ในชั้นเรียนทั่วไปมีกิจกรรมหลายอย่างเกิดขึ้น ผู้สอนต้องมีความรับผิดชอบอย่างมากในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนแต่ละคนก็จะจัดการภาระเฉพาะของตน เช่น การเขียนรายงานวิจัย ในกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันนั้นสมาชิกกลุ่มทุกคนต้องร่วมกันวางแผนงานภายใต้การนำหรือควบคุมของกลุ่มผู้นำ ตั้งแต่การกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของงาน จุดมุ่งหมายของงานต้องเป็นจุดมุ่งหมายที่ดีคือมีความชัดเจน สามารถปฏิบัติได้ และสามารถสังเกตเห็นผลได้ การกำหนดวิธีการทำงานให้ทุกคนรับทราบ การมอบหมายงานให้สมาชิกทุกคน การกำหนดกฎเกณฑ์หรือระเบียบในการทำงาน การกำหนดแนวทางในการประเมินผล

3. ทักษะการสืบค้น (Inquiry Skills) ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะนี้เพื่อที่จะสามารถค้นหาข้อมูลที่หลากหลายแหล่ง แล้วทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่าข้อมูล ข้อค้นพบต่าง ๆ และเขียนสรุปต่อไป ทักษะนี้ไม่ได้มีเป็นพิเศษเฉพาะความร่วมมือในชั้นเรียนเท่านั้น แต่เป็นความสำเร็จของทุกกิจกรรมที่เรียนรู้ร่วมกัน

4. ทักษะการแก้ปัญหาความขัดแย้ง (Conflict Resolution Skills) ความขัดแย้งเป็นผลมาจากความไม่ลงรอยกันหรือความต้องการที่ตรงข้ามกัน ทั้งความต้องการภายในและภายนอก ซึ่งความขัดแย้งนี้สามารถเกิดขึ้นได้ในกลุ่ม หากสมาชิกในกลุ่มมีความเห็นไม่ตรงกัน ดังนั้น สมาชิกกลุ่มจึงต้องมีทักษะนี้เพื่อแก้ไขปัญหาความขัดแย้งที่เกิดขึ้น โดยการร่วมมือกันแก้ปัญหา พยายามหาวิธีการที่จะสามารถช่วยให้ทั้งสองฝ่ายบรรลุความสำเร็จ

5. ทักษะการสังเคราะห์และการนำเสนอ (Synthesis and Presentation Skills) ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นในการเสนอความคิด สมาชิกกลุ่มจำเป็นต้องตัดสินใจว่าจะจัดการข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อค้นพบอย่างไร ให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจ และพึงพอใจกับข้อค้นพบของกลุ่ม สิ่งสำคัญในการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับกลุ่ม คือ ทักษะการสังเคราะห์ การประเมินค่าข้อมูล และการจำแนกหลักฐานที่จะมาสนับสนุนหรือปฏิเสธสิ่งที่ค้นพบ ดังนั้นทักษะการเขียน การพูดเบื้องต้นจึงมีความสำคัญ

6. ด้านการทำให้รู้จักและตระหนักในคุณค่าของตนเองในการทำงานกลุ่ม สมาชิกกลุ่มทุกคนจะได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน การที่สมาชิกกลุ่มนั้นยอมรับในความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน ย่อมทำให้สมาชิกในกลุ่มนั้นรู้สึกภาคภูมิใจในตนเอง และคิดว่าตนเองมีคุณค่าที่สามารถช่วยให้กลุ่มประสบผลสำเร็จได้ กล่าวโดยสรุปได้ว่า การเรียนรู้ร่วมกันนั้น เป็นวิธีการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นทีมหรือเป็นคู่ โดยมีเป้าหมายพื้นฐานอันเดียวกันเกี่ยวกับการทำงานให้สำเร็จ ในกระบวนการทำงานนี้จะเกิดการเรียนรู้อย่างร่วมมือกัน ไม่ใช่การเรียนรู้อย่างแข่งขัน โดย

ครูจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาอาศัยกัน มีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการวิเคราะห์กระบวนการของกลุ่ม

สุพิน ดิษฐสกุล (2543 : 5) กล่าวถึงวิธีการการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) ว่ามีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ครูเสนอหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา
2. จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม โดยให้นักเรียนแต่ละคนเลือกหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษา (Face – to - Face Interaction) เพียง 1 เรื่อง จำนวนสมาชิกภายในกลุ่มของนักเรียน 3 - 5 คน
3. นักเรียนและครูสร้างข้อตกลงร่วมกัน กำหนดเวลาในการศึกษาค้นคว้าสร้างชิ้นงานหรือโครงการเพื่อนำเสนอเรื่องที่ศึกษา
4. นักเรียนร่วมมือกัน ระดมสมองเพื่อ
 - 4.1 กำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้
 - 4.2 กำหนดขอบข่ายของเนื้อหา
 - 4.3 วางแผนในการนำเสนอเรื่องที่ศึกษา
 - 4.4 แบ่งงาน มอบหมายงานให้แต่ละคนไปทำ
 - 4.5 เสนอข้อมูลความรู้ ความคิด โดยมีการปรึกษาหารือ อภิปราย ซักถามโต้แย้ง เสนอแนะ แลกเปลี่ยนความคิดเพื่อลำดับเนื้อหาเรื่องที่ศึกษา ในระหว่างการทำงานจะมีการรายงานความก้าวหน้าของงานต่อครูผู้ดูแลทุกคาบ
5. ดำเนินการสร้างโครงการหรือชิ้นงาน
6. นำเสนอผลงาน
7. ประเมินชิ้นงานที่นำเสนอโดยตนเอง เพื่อนในชั้นเรียน และครู

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการของการเรียนรู้ร่วมกันสรุปได้ว่ามีลักษณะดังนี้ ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ทักษะการสืบค้น และทักษะการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics : NCTM, 2011 : Online) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์นักเรียน ได้เรียนรู้วิธีการคิด เชื่อมกับสิ่งที่แปลกและนักเรียนรู้มานาน มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยนอกห้องเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี

บราไฮร์ (Brahier, 2005 : 25) กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนพยายามจำแนกแยกแยะว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการ การจัดทำแผน การใช้แผน และการตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบ เช่น เมื่อนักเรียนพบปัญหาเขาก็จะพัฒนากลยุทธ์ในการแก้ปัญหาโดยที่สามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆได้ เช่น การใช้กลยุทธ์การเขียนสมการ การสร้างแบบรูป การทำงานแบบย้อนกลับ การวาดกราฟ การทำตารางและการเดาและการตรวจสอบ

ครูลิก และ รุดนิก (Krulik and Rudnick, 1993: 6) กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์ที่ต้องการคิด สังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาเพื่อหาทางออก ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิม ทักษะและความเข้าใจในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย กระบวนการดังกล่าวเริ่มต้นด้วยการเผชิญปัญหาและหาข้อสรุปถึงคำตอบ ซึ่งนักเรียนต้องสังเคราะห์ในสิ่งที่เขาได้เรียนมาและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

เมเยอร์ และ ฮีการ์ที (Mayer and Hegarty, 1987 : 31) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้แก้ปัญหาคิดหรือหาทางออกกว่าจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำไปสู่จุดหมาย

เคนเนดี (Kennedy, 1984 : 81) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ปัญหา

บรันคา (Branca, 1980 : 3 - 8) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 นัย ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a goal)
2. การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process)
3. การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill)

โพลยา (Polya, 1980 : 1) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการหรือทางออกในสิ่งที่ยุ่งยาก สิ่งที่เป็นอุปสรรค ซึ่งไม่สามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด การแก้ปัญหาเป็นความสำเร็จของสติปัญญาซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

เบลล์ (Bell, 1978 : 310) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้หาคำตอบพิจารณาแล้วว่าเป็นปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 : 7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปไว้ใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า หมายถึง การแสดงออกเกี่ยวกับการนำความรู้ ความคิด และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาทางออก หาคำตอบให้กับสถานการณ์ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดหรือยุทธวิธีในการค้นหาคำตอบ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกถึงการนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบ

ความสำคัญของการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of teachers of Mathematics, 2000 : 52 – 55) ได้กล่าวถึง ความสำคัญเกี่ยวกับมาตรฐานด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ผู้เรียนต้องมีความสามารถ ดังนี้

1. สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหาได้
2. แก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ ได้
3. เลือกใช้และปรับยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้หลากหลาย
4. ตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

อัมพร ม้าคนอง (2553, 39-40) ได้กล่าวถึง ความสำคัญเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าผู้เรียนต้องมีความสามารถ ดังนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา

2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
 3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาค้างเดิม
 4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
 5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่
 6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
 7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
 8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
 9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย
- จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นการสร้างความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาทั้งเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และในบริบทอื่นๆ โดยต้องมีการวิเคราะห์เพื่อเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหารวมถึงสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ มีการสะท้อนกลับเพื่อตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหานั้น

ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้ เรย์ และคณะ (Reys et al., 2004 : 16) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเรื่องราวที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว
2. ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามust ต้องประมวลความรู้ความสามารถ และประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

โพลยา (Polya, 1985 : 123 - 128) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา

ครูลีก และ เรย์ (Kruлик and Reys, 1980 : 24) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 5 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ
2. ปัญหาทางพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้
4. ปัญหาที่หาส่วนที่ขาดหายไป
5. ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์

เลบลองซ์ และพัท (Leblanc, and Putt, 1980 : 105 - 106) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาในหนังสือแบบเรียน (Standard Textbook Problem) เป็นปัญหาสำหรับเกริ่นนำหรือทำตามการดำเนินการเลขคณิต เช่น การคูณจำนวนเต็ม ลักษณะของปัญหาในหนังสือแบบเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ขั้นตอนเดียวหรือใช้ขั้นตอนที่เรียนผ่านมาแล้ว นักเรียนสามารถใช้สื่อรูปธรรมหรือบริบทในชีวิตจริง เป้าหมายของปัญหาในหนังสือแบบเรียนคือ สามารถระลึกได้ถึงข้อเท็จจริงพื้นฐาน ทักษะ ขั้นตอน การดำเนินการมูลฐาน มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นปัญหาเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2. ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ใช้กลวิธีหรือวิธีการที่ไม่เป็นขั้นตอน แต่ยังคงใช้ขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา ปัญหาชนิดนี้กระตุ้นการใช้กระบวนการให้ได้คำตอบมากกว่าคำตอบที่ได้ ความสำเร็จของการแก้ปัญหาไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ กฎ สูตร แต่ขึ้นอยู่กับการใช้กลวิธีมากกว่าหนึ่งกลวิธีในการหาคำตอบ ปัญหากระบวนการบางปัญหามีมากกว่าหนึ่งคำตอบ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลายประเภททั้งปัญหาธรรมดาที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน และปัญหาแปลกใหม่ที่มีโครงสร้างซับซ้อน ที่ต้องมีการค้นหาความรู้มาใช้แก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่าน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

The Integrated Mathematics Science and Technology (IMaST.) (2011 : Online) กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกพัฒนาโดยการบูรณาการด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และรวมถึงส่วนประกอบของ Modules กระบวนการนี้ใช้คำย่อของพยัญชนะตัวแรกของแต่ละคำภายในชื่อ DAPIC มี 5 องค์ประกอบ ดังนี้

กำหนดปัญหา (Define) ทำความเข้าใจปัญหาด้วยการใช้คำถามและการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น การเรียนรู้คำใหม่หรือข้อเท็จจริง ปัญหาที่กำหนดขึ้นมาจากประสบการณ์ของนักเรียน

ประเมิน (Assess) ข้อมูลที่ถูกรวบรวมเกี่ยวกับปัญหา จะถูกนำมาใช้ในการตั้งสมมติฐานบางข้อมูลที่ต้องการเพิ่มก่อนมีการดำเนินการสำรวจจริง

การวางแผน (Plan) การวางแผนเป็นการกำหนดกรอบที่จะรวบรวมข้อมูลและการแก้ปัญหาบ่อยครั้งที่เหมือนกับจะใช้ประสบการณ์ในการออกแบบการควบคุมตัวแปร

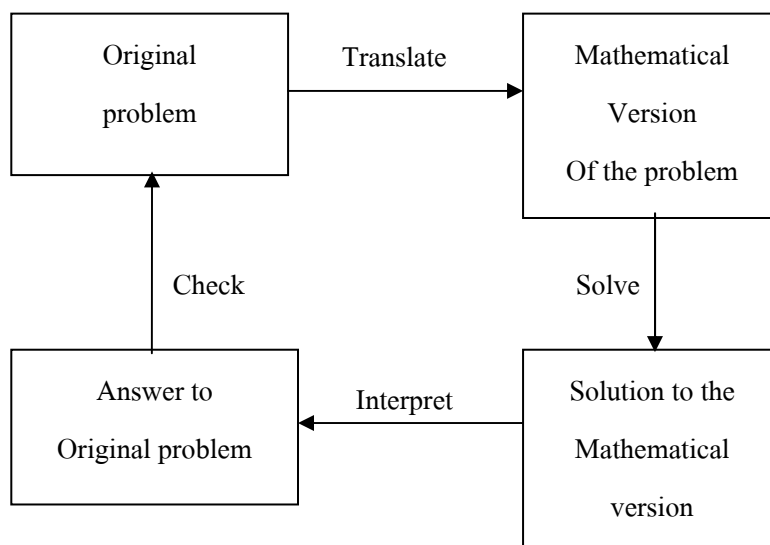
การนำไปใช้ (Implement) เป็นการนำแผนไปใช้ จะนำข้อมูลรวบรวม และวิเคราะห์ไว้ตามแผนไปปรับปรุง เพื่อนำผลไปใช้ต่อไป

การสื่อสาร (Communication) ข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์ และสรุปผลและแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น ผ่านการพูด การเขียน คาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นและการแก้ปัญหาต่อไป

แม้ว่าบางปัญหาจะถูกแก้ไขในรูปแบบแนวตรง แต่มีความยืดหยุ่น เช่น ถ้ามีปัญหาระหว่างการประเมินผล หรือขณะที่วางแผน หรือระหว่างการนำไปใช้ การสื่อสารจะมีความจำเป็นในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาเหล่านั้น รูปแบบของ DAPIC ทุกขั้นตอนของรูปแบบสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้

กระบวนการแก้ปัญหาโดยการบูรณาการด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ถูกใช้ทั้งเป็นแนวทางของการเรียนรู้ และเป็นผลลัพธ์ของการเรียนรู้ นักเรียนใช้ทักษะการแก้ปัญหาเพื่อรับข้อมูลและพัฒนาความเข้าใจ ความเข้าใจเหล่านี้ถูกประเมินในกิจกรรมการประเมินผล รวมทั้งนักเรียนต้องแสดงทักษะการแก้ปัญหานั้น ทักษะการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนด้วย โอกาสที่จะได้สะท้อนกลับจากครูเป็นการประเมินขั้นสุดท้ายของรูปแบบการประเมิน

มัสเซอร์ และคณะ (Musser et al., 2004 :5) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้พัฒนามาจากกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา สรุปได้ดังภาพต่อไปนี้



จากภาพอธิบายได้ว่าโดยปกติปัญหาอยู่ในลักษณะของคำ การพูดแต่ละครั้ง หรือการเขียน ดังนั้นการแก้ปัญหาในครั้งแรกต้องแปลงคำที่มีความเหมือนกันหรือเท่ากัน โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ขึ้นต่อไปก็แก้ปัญหาจากสัญลักษณ์นั้น และตีความให้ได้คำตอบ สุดท้ายให้ตรวจสอบกับปัญหาอีกครั้ง

แองเจโลส (Cangelosi, 2003 : 158) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาจากประสบการณ์เป็นครุคณิตศาสตร์และระบบติดตามความก้าวหน้า และจิตสำนึกทางการสอนของเบรนดา (Brenda) ว่า มีกระบวนการแก้ปัญหา 9 ขั้น ดังนี้

1. ให้คุณคนได้เผชิญกับคำถามที่มีปัญหายุ่งยากหรือคำถามเกี่ยวกับวิชาทำสิ่งต่างๆ หรืออธิบายประสบการณ์ เช่น มันไม่ยุติธรรมสำหรับเบรนดา และน้องชายที่พ่อเรียกค่าปรับ 25 เซนต์ แต่ทุกครั้งเมื่อเขาเปิดไฟฟ้างี้ไว้โดยไม่จำเป็น

2. ให้คุณคนทำความเข้าใจคำถามหรือกำหนดคำถามด้วยปัญหาบ่อยๆ ในแต่ละทอมด้วยคำถามที่มีลักษณะพิเศษได้อย่างมีคุณภาพ เช่น มันเป็นเงินเท่าไรที่เปิดหลอดไฟทิ้งไว้

3. ให้คำจำกัดความของตัวแปรต้นหรือตัวแปรที่จะใช้แก้ปัญหา

4. สถานการณ์ที่น่าสนใจนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม มีลักษณะพิเศษที่สามารถออกแบบในการแก้ปัญหาได้

5. วางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน รวมทั้ง 1) เลือกระบบการวัดผล เช่น จะเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไร 2) สร้างความสัมพันธ์ในการหาเอกลักษณ์ 3) เรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ

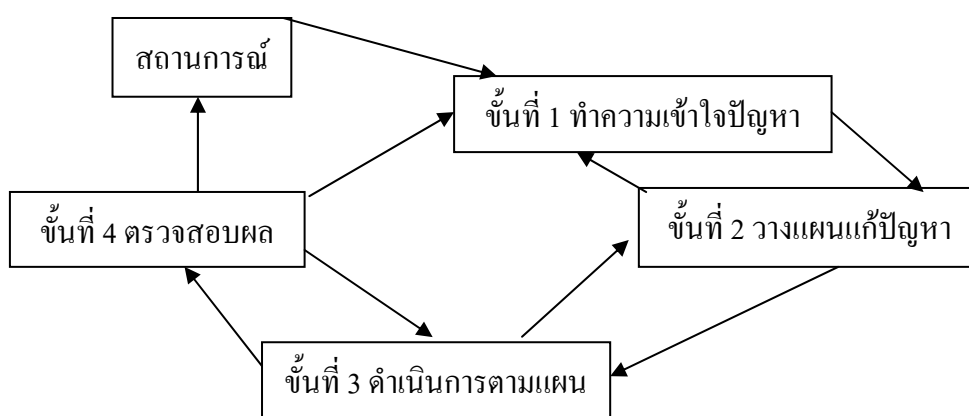
6. รวบรวมข้อมูลหรือระบบการวัดผล

7. สร้างลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาคด้วยข้อมูล

8. ผลจากการกำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาเป็นการอธิบายที่ทำให้มองเห็นคำถามเริ่มต้นหรือคำถามอื่นๆ

9. บุคคลตัดสินใจคุณค่าเกี่ยวกับคำถามเริ่มต้นหรือคำถามอื่นๆ

วิลสัน และคณะ (Wilson et al.,1993 : 602 - 62) ได้เสนอแนะกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถเวียนไปเวียนมาได้ดังรูป



กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวความคิดของวิลสันและคณะ

สามารถอธิบายแผนภูมิข้างต้น ได้ดังนี้

เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา

สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการแสดงการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่นเมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และคิดว่ามีความเข้าใจปัญหาดีแล้ว ก็เคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นวางแผนแก้ปัญหา หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 3 แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนก็อาจย้อนกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ในขั้นที่ 2 หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ในขั้นที่ 1 ก็ได้

เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของวิลสันและคณะ เป็นการดำเนินการที่เกิดขึ้นได้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้นนักเรียนจึงไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป เรียกกระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของวิลสันและคณะว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

โพลยา (Polya, 1973 : 154 - 156) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าจะไรคือสิ่งที่ต้องการให้ค้นหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องทำความเข้าใจและระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข

ในการทำเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปเข้ามา พิจารณาในหลายหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising the Plan)

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และท้ายสุดเลือกกลวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan)

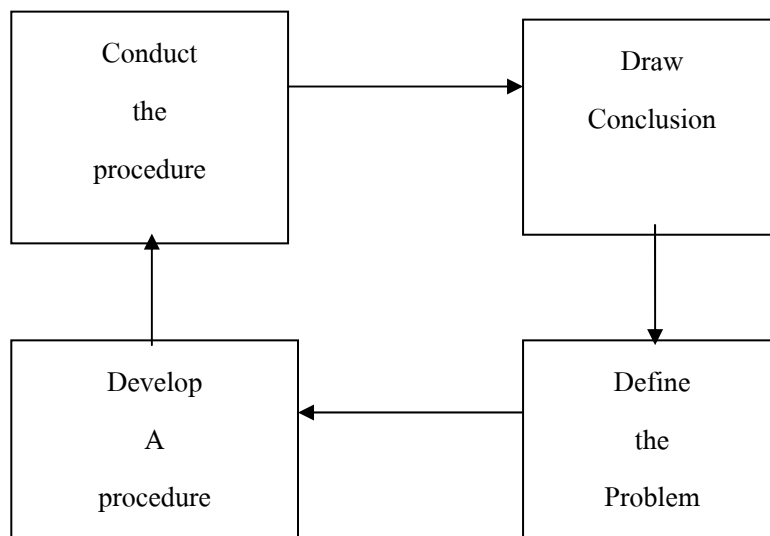
ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มต้นจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติ จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือกลวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือกลวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (Looking Back)

ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ และพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมีกลวิธีแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

โพลยา และคณะ (Polya, 1971 and Kolb et al., 1984) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้น ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. พัฒนาวิธีการสำหรับแก้ปัญหา
3. ดำเนินการการแก้ปัญหา
4. เขียนสรุปผล



จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับกระบวนการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาที่มีขั้นตอนการแก้ปัญหาลำดับขั้น แต่เมื่อพบว่าการแก้ปัญหามีขั้นตอนใด มีปัญหา ก็สามารถย้อนกลับไปทบทวนขั้นตอนก่อนหน้านั้นได้อีก

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับกระบวนการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า ผู้เรียนจะต้องคิดวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อหาประเด็นปัญหา และเงื่อนไขของปัญหา แล้วจึงใช้กระบวนการแก้ปัญหาใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจ โจทย์ การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบคำตอบ

กลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

บราโฮร์ (Brahier, 2005 : 16) กล่าวถึงกลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่ามีการพัฒนาในโรงเรียนมัธยมศึกษา และ โรงเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
2. สร้างภาพประกอบหรือไดอะแกรม
3. สร้างแบบจำลอง
4. กล่าวปัญหาซ้ำด้วยคำ
5. การให้ความรู้โดยใช้ภาษาพูดและลักษณะเฉพาะ ความจำเป็น และข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
6. แจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

7. แก้ปัญหาที่ง่ายหรือที่คล้ายกัน

8. คิดย้อนหลัง

มัสเซอร์ และคณะ (Musser et al., 2004 :4) กล่าวถึงกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เดาและทดสอบ
2. ใช้ตัวแปร
3. วาดภาพ
4. หาแบบรูป
5. ทำรายการ
6. แก้ปัญหาที่ง่าย
7. วาดไดอะแกรม
8. ใช้เหตุผลแบบตรงไปตรงมา
9. ใช้เหตุผลแบบอ้อมค้อม
10. ใช้คุณสมบัติของจำนวน
11. แก้ปัญหาที่เหมือนกัน
12. คิดย้อนหลัง
13. ใช้กรณีตัวอย่าง
14. แก้สมการ
15. ใช้สูตร กฎ เกณฑ์
16. ทำเลียนแบบ
17. ใช้แบบจำลอง
18. ใช้มิติวิเคราะห์
19. จำแนกแยกแยะปัญหาย่อย
20. ใช้การประสาน
21. ใช้ความสมมาตร

มิลเลอร์ และคณะ (Miller et al., 2004 : 20) ได้กล่าวถึงกลวิธีในการแก้ปัญหาโดยการออกแบบจากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ในขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหาได้ดังนี้

1. สร้างตารางหรือแผนภูมิ
2. สร้างแบบรูป
3. แก้ปัญหาจากตัวอย่างปัญหาที่ง่าย

4. ร่างภาพ
5. ใช้เหตุผลแบบอุปนัย
6. เขียนสมการและแก้สมการ
7. ประยุกต์สูตรหรือกฎแล้วนำไปใช้
8. การทำงานย้อนกลับ
9. เดาและตรวจสอบ
10. ใช้การทดลองและหาข้อผิดพลาด
11. ใช้ความรู้สึก
12. หาคำตอบที่ดูเหมือนกับว่าเป็นไปได้อย่างชัดเจนหรือเป็นไปได้

เรย์ และ คณะ (Reys et al.,2004 : 124 - 130) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 10 ประการ คือ

1. กำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาทิ้งไป เหลือไว้แต่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ทำให้ตัวปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น
2. สร้างภาพประกอบหรือไดอะแกรม วาดภาพหรือร่างภาพเป็นแผนภูมิต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวปัญหาได้อย่างชัดเจน
3. ค้นหาแบบรูป จากตัวเลข รูปภาพ หรือตาราง เมื่อนักเรียนค้นพบแบบรูปได้ก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
4. สร้างตาราง เป็นการจัดระเบียบข้อมูลจากแบบรูปที่หาได้และจากข้อมูลที่ระบุได้จากตัวปัญหาทำให้นักเรียนมองเห็นการแบ่งประเภทหรือลำดับของข้อมูลจากตัวปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. จำแนกทุกกรณีที่เป็นไปได้ เป็นวิธีที่อาจใช้การค้นหาแบบรูปและสร้างตารางประกอบการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ แต่บางปัญหานั้นต้องตรวจสอบทุกกรณี
6. คิดย้อนหลัง สำหรับบางปัญหาที่ต้องคิดจากข้อมูลสุดท้ายหรือผลแล้วสืบสาวไปหาสาเหตุ
7. เขียนประโยคเปิด ประโยคเปิดหรือสมการเป็นวิธีที่ใช้สอนในตำราเรียน นักเรียนต้องมองหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากปัญหาก่อนแล้วจึงเขียนเป็นสมการได้
8. เดาและตรวจสอบ การเดาควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ของปัญหา รวมกับความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา วิธีนี้เป็นการเดาซ้ำ ๆ แล้วตรวจสอบโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาหาคำตอบที่ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

9. แก่จากปัญหาที่ง่ายกว่าหรือจากปัญหาที่คล้ายกัน บางปัญหาที่มีโครงสร้างยากซับซ้อนหลายขั้นตอน โดยการแยกปัญหาใหม่ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาที่คุ้นเคยมาก่อน ทำให้มองเห็นวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

10. เปลี่ยนมุมมอง เป็นวิธีที่ใช้หลังจากใช้วิธีอื่นแล้วไม่ได้ผลเพราะการที่บุคคลมองปัญหาในมุมมองเดิมทำให้มีแนวโน้มวางแผนคิดหาคำตอบแบบเดิม ๆ ทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา เช่น มองในสิ่งที่ปัญหาไม่ได้กล่าวไว้เพราะบางปัญหาอาจแก้ได้จากสิ่งที่โจทย์หรือปัญหาละเลยไว้

เซฟฟีลด์ และ ครูคแซงก์ (Sheffield and Cruickshank, 2000 : 35 - 47) ได้เสนอแนะกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากโครงการ Lane Country Mathematics ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. เคาและตรวจสอบ เป็นวิธีเคาคำตอบและตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาเรื่อย ๆ จนได้เป็นผลลัพธ์ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขปัญหา

2. ค้นหาแบบรูป สำหรับบางปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาแบบรูปในการหาคำตอบ อาจเป็นตัวเลข จำนวนหรือรูปภาพ เมื่อจดจำแบบรูปได้แล้วก็จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. สร้างรายการ เป็นวิธีที่ใช้หาทุกเหตุการณ์หรือทุกกรณีที่เป็นไปได้แล้วนำมาเขียนอย่างเป็นระบบ

4. สร้างและใช้การวาดภาพหรือรูปแบบ บางปัญหาสามารถมองเห็นวิธีแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น หากมีการวาดภาพหรือสร้างแบบจำลองทำให้มองเห็นความสัมพันธ์หรือเงื่อนไขของปัญหานั้นได้ชัดเจน

5. คิดย้อนหลัง ใช้สำหรับปัญหาที่แก้จากข้อมูลสุดท้ายของปัญหาไปสู่จุดเริ่มต้นของปัญหาง่ายกว่าแก้จากเริ่มต้นของปัญหาไปสู่ข้อมูลสุดท้ายของปัญหา

บิลล์สไตน์ และคณะ (Billstein et al., 1977) กล่าวถึง กลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบบ่อยมี ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป
2. การสร้างตาราง
3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ
4. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
5. การคาดเดาและตรวจสอบ
6. การคิดแบบย้อนกลับ

7. การเขียนสมการ
8. การเปลี่ยนมุมมอง
9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย
10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์
11. การให้เหตุผลทางอ้อม

1. การค้นหาแบบรูป

การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำ จะช่วยนักเรียนในการพัฒนาความรู้ลึกเชิงจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมาณและคาดคะเนจำนวนที่พิจารณาโดยยังไม่ต้องคิดคำนวณก่อน ตลอดจนสามารถสะท้อนความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนได้

2. การสร้างตาราง

การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ

การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ข้อออกก่อน แล้วค่อยค้นหาระบบหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจงกรณีที่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจงกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ

การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนด ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การคิดแบบย้อนกลับ

การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับ ไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้กับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

7. การเขียนสมการ

การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวกและสมบัตินิเสธ และเมื่อใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

8. การเปลี่ยนมุมมอง

การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องการทำตามขั้นตอนทีละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้กรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย

การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอน ออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์

การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาบางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนภาพและแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม

การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความ หรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

โพลยา (Polya, 1957) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า สามารถเลือกใช้กลวิธีต่างๆได้ตามความชัดเจนของปัญหา ดังนี้

1. การใช้แผนภาพ
2. การหาแบบรูป
3. การจกรายการที่เป็นไปได้ทั้งหมด
4. ความพยายามเจาะจงลักษณะพิเศษหรือข้อเท็จจริง
5. การคิดย้อนหลัง
6. การเดาและการตรวจสอบ
7. การสร้างสรรค์ปัญหาที่เท่าเทียมกัน
8. การสร้างสรรค์ปัญหาที่ง่าย

กรมวิชาการ (2544 : 52) กล่าวถึงกลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การหาแบบรูป
2. การเขียนแผนผัง หรือภาพประกอบ
3. การสร้างแบบรูป
4. การสร้างตาราง หรือกราฟ
5. การคาดเดา และตรวจสอบ
6. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
7. การเขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์
8. การมองปัญหาย้อนกลับ

9. การระบุข้อมูลที่ต้องการ และข้อมูลที่กำหนดให้

10. การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ หรือเปลี่ยนมุมมอง ปัญหานั้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับกลวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นวิธีการคิดที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิธีคิดเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับตนเอง หรือให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนจากสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่รูปธรรม อันจะนำไปสร้างความสัมพันธ์สู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 2000: 258–259) กล่าวถึงบทบาทของครูในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเกรด 6–8 ไว้ว่า การเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกออกแบบโดยการตัดสินใจและการกระทำของครู ซึ่งครูสามารถทำให้การแก้ปัญหามีความสมบูรณ์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในห้องเรียน โดยการเลือกปัญหาที่น่าสนใจ ที่รวมความคิดทางคณิตศาสตร์จากหลักสูตรเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะช่วยนักเรียนในการพัฒนาการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม ครูควรให้นักเรียนได้เลือกหรือสร้างปัญหา ครูสามารถช่วยเหลือนักเรียนสร้างทักษะการวิเคราะห์ปัญหาโดยการสร้างภาระงานที่ไม่สัมพันธ์กับเรื่อง หรือปัญหาเฉพาะ หรือมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอ และสามารถท้าทายนักเรียนด้วยปัญหาที่มากกว่า 1 คำตอบ เช่น

จงทำผลบวกของ 1,000 โดยการใช้นับเลข 8 กับเครื่องหมายบวก เพราะโจทย์หรือปัญหานี้สามารถแก้ได้ มากกว่า 1 วิธี นักเรียนสามารถหาวิธีการแก้ได้หลายวิธีเช่น $(888+88+8+8+8 = 1,000)$ เป็นหนึ่งการแก้ และ $888+8+8+8+8+8+8+8+8+8+8+8+8+8+8 = 1,000$ ที่เป็นอีกวิธีหนึ่งของการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถวิเคราะห์การแก้ปัญหาเหล่านี้และอภิปรายว่ายังมีวิธีอื่นอีกหรือไม่

ครูกระตุ้นนักเรียน ด้วยการส่งเสริมการสื่อสารและการร่วมมือ โดยการให้นักเรียนได้ การแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ต่อปัญหาที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน พร้อมกับช่วยเหลือนักเรียนและสร้างแรงจูงใจ

จากการวิจัยเสนอแนะไว้ว่า ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างผู้แก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ กับผู้แก้ปัญหาที่ไม่ประสบความสำเร็จนั้น ตั้งอยู่ในความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาว่าเกี่ยวกับผู้เรียน ในฐานะผู้แก้ปัญหาและเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 48) ได้กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงต้องเน้นที่การคิดวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยความเข้าใจปัญหา

อย่างถ่องแท้จะทำให้ผู้เรียนเห็นแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหา สามารถแก้ปัญหาและขยายความคำตอบได้ ซึ่งจะทำให้เกิดประสบการณ์ที่มีค่าในการแก้ปัญหา และสามารถนำประสบการณ์เหล่านี้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ นอกจากนี้ ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนประเมิน และขยายความคิดจากการแก้ปัญหาในประเด็นต่าง ๆ เช่น ความเหมาะสมและประสิทธิภาพของวิธีหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนเลือกใช้ ความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือคำตอบที่ได้ ความสอดคล้องระหว่างการแก้ปัญหากับเงื่อนไขของปัญหา การประเมินผลและขยายความคิดจากการแก้ปัญหาจะช่วยให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหของตน ซึ่งจะเป็นบทเรียน (Lesson learned) สำหรับแก้ปัญหาในอนาคต

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าผู้สอนควรสร้างสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย และมีแนวทางในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี เพื่อฝึกการคิดวิเคราะห์ และให้นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่ซับซ้อน

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics : NCTM, 2011 : Online) ได้กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า เป็นวิธีการแลกเปลี่ยนความคิดและความเข้าใจที่ชัดเจนแม้ว่าการสื่อสาร ความคิดที่มาจาก การสะท้อน การถกเถียง การอภิปรายและการแก้ไขเมื่อผู้เรียนสื่อสารแลกเปลี่ยน ผลจากการคิดด้วยการพูดและการเขียน เขาเรียนรู้ได้ชัดเจน มั่นใจ ถูกต้องในการใช้ภาษา การอธิบายควรใช้อุปกรณ์และเหตุผล ไม่ใช่เพียงกระบวนการพรรณนาหรือการสรุป การให้นักเรียนได้ฟังอธิบายของคนอื่นเป็นโอกาสที่จะได้พัฒนาความเข้าใจ การสนทนาเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการค้นหามุมมองที่หลากหลายที่ช่วยเหลือผู้มีส่วนร่วมได้มากขึ้นในด้านความคิดและการสร้างความเชื่อมโยงความคิดนั้น

นอกจากนี้สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics : NCTM, 2011 : Online) ได้กล่าวถึงการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีหลายวิธี ได้แก่ การนำเสนอด้วยรูปภาพ วัสดุ สื่อที่มองเห็น ตาราง กราฟ จำนวนและภาษาสัญลักษณ์ การแสดงการคำนวณตารางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สิ่งเหล่านี้เป็นวิธีการนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานให้คนอื่นเข้าใจและใช้ความคิดเหล่านี้ การนำเสนอส่วนมากที่ยอมรับเป็นผลมาจากการถกเถียงด้วยกระบวนการทางสังคมมาเป็นเวลายาวนาน เมื่อ

บราไฮร์ (Brahier, 2005 : 25) กล่าวถึงความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องแสดงออกถึงความคิดทางคณิตศาสตร์ต่อบุคคลอื่นในรูปแบบของการพูดหรือการเขียน มีการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถมากขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์และสื่อสารความคิดของตนเองต่อผู้อื่น

บาร์ดูดี และ คอสลิก (Baroody and Coslick, 1993 : 2 - 99) กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นภาษาหนึ่ง ที่นอกจากช่วยในการคิดแล้วยังเป็นเครื่องมือในค้นหาแบบรูป การแก้ปัญหา และใช้ในการสื่อสารแนวคิดต่าง ๆ ให้มีความชัดเจน ถูกต้อง และรัดกุม

โทมัส (Thomas, 1991 : 75) กล่าวว่าคณิตศาสตร์คือการสื่อสาร นักเรียนจำเป็นต้องมีการพัฒนาทักษะด้านการเขียน การพูด การฟังอย่างหลากหลายในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ การใช้สื่อต่าง ๆ เช่น วัตถุ รูปภาพ แผนภูมิ ล้วนเป็นส่วนสำคัญของการสร้างมโนทัศน์และสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสนำเสนอความคิดผ่านทางวัตถุ การวาดภาพ และการสร้างแผนภูมิ โอกาสในการสื่อสารเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการนำเสนอ การอภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟัง ความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้และการใช้คณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber, 1976 : 513) ได้กล่าวว่า “การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกฝนเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลในการพัฒนาสมรรถภาพของการสื่อสารของนักเรียนและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอีกด้วย”

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 56, 179 และ 2547 : 102 - 103) ได้กล่าวถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ จึงรวมถึงความสามารถเกี่ยวกับการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอไว้ด้วย มีรายละเอียด ดังนี้

1. การสื่อสาร เป็นการอธิบายโดยการพูด เขียน หรือแสดงให้เห็น
2. การสื่อความหมาย เป็นการทำความเข้าใจ ตีความ แปลความ หรือวิเคราะห์ความหมายของสิ่งที่ตนพบ

3. การนำเสนอ เป็นการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลหรือความคิดทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับขั้นตอนในการทำงาน เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551: 74 - 75) ได้กล่าวถึงการสื่อสารไว้ว่า การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทาง ตามปกติแล้ว ยังเป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลอง เป็นต้น มาช่วยในการสื่อความหมาย และมาช่วยเสนอแนวคิดหรือการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วย

การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอจะมีประสิทธิภาพถ้าการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ นั้นมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหาของแนวคิด ความคิดเห็นหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และรูปแบบของการสื่อความหมายหรือการนำเสนอที่ชัดเจนกะทัดรัด และง่ายต่อการทำความเข้าใจ ตลอดจนครู เพื่อนนักเรียน หรือผู้เกี่ยวข้องมีเจตนาที่จะรับข่าวสารจะมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นความสามารถของผู้สื่อสารในการอธิบายความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยผ่านการฟัง พูด อ่าน เขียน ด้วยการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ และนำเสนออย่างมีลำดับ ขั้นตอน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกถึงการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ โดยการอธิบายผ่านการพูด การเขียน ให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยการสื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สื่อความหมายโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน สมบูรณ์

ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

บราไฮร์ (Brahier, 2005 : 20) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ได้ผลด้วยการสื่อสารนั้นควรที่จะมีความสามารถในทักษะการแสดงออก เช่น นักเรียนสามารถอธิบาย บรรยาย และสื่อสารการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนและใช้ยุทธวิธีที่จะ

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา(The National Council of teachers of Mathematics, 2000 : 60 - 63) ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับมาตรฐานทางการสื่อสารไว้ว่า ผู้เรียนต้องมีความสามารถ ดังนี้

1. ใช้การสื่อสารช่วยในการรวบรวมและจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ได้
2. สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครู และบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว และชัดเจน
3. วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่นได้
4. ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้

บุสซ์แมน (Buschman,1995 : 324) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า “การสื่อสารเป็นเครื่องช่วยให้นักเรียนได้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และช่วยนักเรียนในการเชื่อมโยง ช่วยในการสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนพูดหรือเขียนข้อมูลและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะจำข้อมูลหรือแนวคิดนั้นได้ นักเรียนจะเข้าใจแนวคิดนั้นและสามารถใช้แนวคิดนั้นค้นหาความรู้อื่น ๆ ได้”

โรแวน และมอร์โรว์ (Rowan and Morrow,1993 : 7) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า “การสื่อสารช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน การสื่อสารทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความเข้าใจของนักเรียน ช่วยสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมแก่การเรียนรู้ และช่วยให้ครูเข้าใจแนวคิดของนักเรียนได้ดีขึ้น”

อัมพร ม้าคนอง (2553, 57-58) ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าผู้เรียนต้องมีความสามารถ ดังนี้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในชีวิตประจำวันกับภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์
3. ใช้ทักษะการอ่านและฟังในการแปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถเขียนด้วยความเข้าใจ
4. สร้างคำจำกัดความทางคณิตศาสตร์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบจากการตรวจสอบ
5. สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต

6. ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน

7. สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ

8. สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวาจาและด้วยการเขียน

9. ถามคำถามและขยายความที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เคยอ่านหรือเคยได้ยินมาก่อน

10. เห็นคุณค่าของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และบทบาทของสัญลักษณ์เหล่านั้นในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์

11. ตระหนักว่าการแสดง การอภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟังเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการใช้คณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะช่วยสร้างความเข้าใจ ในการเชื่อมโยงความรู้ แนวคิด วิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้มากขึ้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ สรุปความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ว่าเป็นการพูด การเขียนอธิบายเพื่อสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 270-272) กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การอภิปรายในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน สิ่งหนึ่งก็คือการตั้งกฎเกณฑ์การเรียนรู้ภายในห้องเรียนและการเลือกใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งก่อให้เกิดการสื่อสารขึ้น รวมทั้งการชี้้นำการอภิปรายในห้องเรียนบนพื้นฐานของสิ่งซึ่งถูกเรียนรู้ ด้วยการตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน ครูคณิตศาสตร์ในระดับกลางควรพยายามในการจัดการเรียนการสอนเพื่อการสื่อสารให้มากในห้องเรียน ซึ่งเป็นการส่งเสริมนักเรียนให้ได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และแสวงหาวิธีการที่ทำให้ชัดเจนจนกระทั่งนักเรียนเข้าใจ ในห้องเรียนเช่นนี้การสื่อสารเป็นแกนกลางในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และรวมทั้งการประเมินความรู้ของนักเรียน จุดเน้นในห้องเรียนคือการพยายามในการสร้างสัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์ การอธิบาย การสอบถาม การอภิปราย และ

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งไปที่ภาระงานที่คุ้มค่า ครูควรจะระบุภาระงาน ดังนี้

- สัมพันธ์กับความคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ
- เข้าถึงได้การใช้วิธีคูณ
- ใช้การอธิบายหลายแบบ
- เปิดโอกาสนักเรียนในการตีความ การแสดงผล และการคาดคะเน

แม้ว่าภาระงานในตัวอย่างจะง่าย แต่ก็ให้โอกาสนักเรียนในการทำความเข้าใจของเนื้อหาและความคิดที่สำคัญ ในนักเรียนเกรดระดับกลางภาระงานควรมีความยากง่ายเพียงพอ ที่จะท้าทายนักเรียนในการคิดและให้เหตุผล และมากพอที่จะให้นักเรียนได้ทำในระดับที่แตกต่างกัน

ดังนั้นครูจำเป็นต้องตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อที่จะใช้ภาษาในห้องเรียนได้อย่างเหมาะสม การทำให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น ก็คือการอภิปรายในห้องเรียนนั้นต้องอาศัยทักษะและการพิจารณาจากตัวอย่างที่ดี และเพื่อให้แน่ใจว่าได้บรรลุตามจุดประสงค์ครูควรกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ครูจะต้องพิจารณาประเด็นที่หลากหลายในการจัดเตรียมการเรียนรู้ในห้องเรียน เช่น ใครพูด? เมื่อไร? ทำไม? เป็นเวลานานเท่าไร? ใครไม่ต้องพูด? ทำไมจึงไม่ต้องพูด? ข้อสำคัญคือทุกคนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น แม้ว่าจะมีเวลาไม่เท่ากัน นักเรียนเคยชินกับการถูกถามไม่เฉพาะโดยครู แต่โดยนักเรียนอื่น ๆ เพื่อที่จะอธิบายความคิดและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ครูและนักเรียนต้องใช้ความพยายามมากในการให้เหตุผล การอธิบาย ขณะที่คำตอบแต่ละข้อถูกเสนอ เพราะโดยปกตินักเรียนมีนักเรียนบางส่วนที่เข้าร่วมในการอภิปรายในห้องเรียน ครูจำเป็นต้องเฝ้าสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของคนอื่น ๆ เพื่อสร้างความมั่นใจว่านักเรียนบางส่วนไม่ได้ถูกทิ้งในการมีส่วนร่วมในการอภิปรายนานเกินไป แต่การส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้พูด บางครั้งจะขัดแย้งกับเป้าหมายทางคณิตศาสตร์ในระดับความก้าวหน้า เพราะการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนอาจไม่สัมพันธ์หรือขาดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่เมื่อเหตุการณ์แบบนี้เกิดขึ้นทั้งครูและนักเรียนสามารถได้รับผลประโยชน์ เพราะครูจะทราบและตรวจสอบความคิดเห็นที่ผิดและข้อผิดพลาดของนักเรียนและนำมาแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ครูสามารถใช้การสื่อสารด้วยการพูด และการเขียนในวิชาคณิตศาสตร์ในการให้โอกาสนักเรียนเพื่อที่จะคิดจากปัญหา ดังต่อไปนี้

- ได้เลือกคำพูดที่ใช้ในการอธิบาย
- ฝึกคำศัพท์ใหม่หรือสัญลักษณ์ที่ใช้แทนระบบตัวเลข
- ทดลองกับรูปแบบการให้เหตุผลในการโต้แย้ง
- ให้เหตุผลในการคาดคะเน
- วิเคราะห์การให้เหตุผลในการอธิบาย
- สะท้อนความเข้าใจของตนเองและความคิดของคนอื่น ๆ

บุสซ์แมน (Buschman, 1995 : 325 - 329) ได้แนะนำการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ ดังนี้

1. เสนอปัญหาและคำตอบ และให้นักเรียนเขียนข้อความที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบ
2. เสนอปัญหาที่แก้แบบผิด ๆ ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อผิดพลาดนั้น
3. เสนอปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูล และเงื่อนไขหนึ่งของปัญหาให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่และมีข้อมูลและเงื่อนไขไม่แตกต่างจากปัญหาเดิม แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาทั้ง 2 ข้อ
4. เสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหาบางส่วน แล้วให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาต่อให้สำเร็จ และให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่และอธิบายวิธีแก้ปัญหานั้น
5. เสนอปัญหาและข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวกับคำตอบให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเหล่านั้น และเขียนปัญหานั้นใหม่โดยตัดข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
6. เสนอปัญหาให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหาโดยใช้เพียงคำสั้น ๆ
7. หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีบริบทแตกต่างกันไป แต่ยังคงมีโครงสร้างปัญหาเหมือนเดิม
8. เสนอปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่มีตัวเลขแก่นักเรียน ให้นักเรียนประมาณคำตอบและตัวเลขที่หายไป
9. เสนอกราฟหรือตารางให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนเขียนเรื่องที่น่าเสนอข้อมูลในกราฟหรือตารางนั้น
10. เสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่เป็นในการแก้ปัญหา
11. ให้นักเรียนเขียนเรื่องราวใหม่โดยมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขอยู่ด้วยเพื่อใช้เป็นแหล่งในการสร้างโจทย์ปัญหา

โรเวน และ มอร์โรว์ (Rowan and Morrow, 1993 : 9 - 11) ได้เสนอแนวการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การนำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนพรรณนาถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียนทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปอย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และมีการคิดอย่างสร้างสรรค์
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเรียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจน การสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการเขียนเป็นทักษะการสื่อสารที่ช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิด ช่วยพัฒนาการรับรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้ทราบว่าตนเองมีความคิดเห็นและความเข้าใจอย่างไร เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออกด้วยการพูดได้แสดงออกโดยการเขียน
5. ใช้การเรียนแบบกลุ่มร่วมแรงร่วมใจและร่วมมือ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร
6. ใช้การบอกแนวทางที่ชัดเจนและคลุมเครือ ในการตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการแนะนำแนวทางให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวความคิดเหล่านั้น ได้อย่างไม่ต้องกังวล

เทอร์เบอร์ (Thurber, 1976 : 514 - 534) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมโดยใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ควรประกอบด้วยสิ่งเหล่านี้ ดังนี้

1. ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์
2. การนำเสนอด้วยปากเปล่า ได้แก่ การให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม ดังนี้
 - 2.1 การสรุปรายงานในห้องเรียนหรือรายงานสั้น ๆ ที่ให้นักเรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นและมีคำถาม การถามตอบจากเพื่อนในชั้นเรียน

2.2 การพุดนำเสนอในงานที่ได้รับมอบหมาย หรือการนำเสนอเป็นกลุ่ม
การทำงานเป็นทีมของนักเรียนโดยการเตรียมเรื่องที่สนใจที่ต้องการพุด และการนำเสนออภิปราย

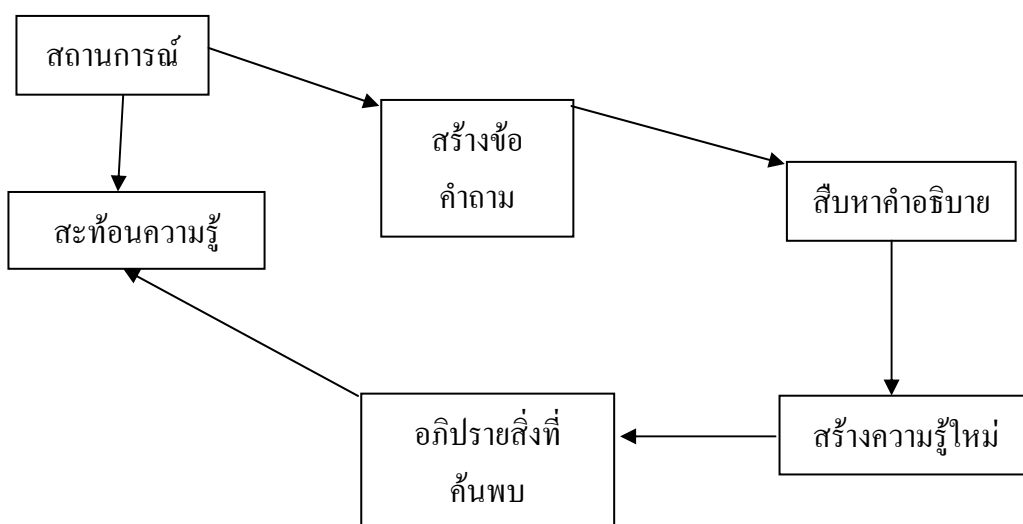
2.3 มีกิจกรรมการเขียนโดยให้นักเรียนเขียนแสดงจินตนาการหรือกำหนด
สถานการณ์มาและให้คิดแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 : 75 - 88) กล่าวถึง การจัด
กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ได้
อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่

1. การสืบสวนสอบสวน
2. การเขียนอนุทิน (Journal writing)
3. การเขียนรายงาน
4. การเขียนโปสเตอร์

1. การสืบสวนสอบสวน เป็นกระบวนการการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
ที่ต้องการให้นักเรียน สร้างข้อคำถาม (asking questions) การสืบหาวิธีแก้ปัญหา (investigating
solutions) สร้างความรู้ใหม่ (creating new knowledge) อภิปรายสิ่งที่ค้นพบ (discussing discoveries)
และสะท้อนความรู้ใหม่ (reflecting on the new knowledge) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนรู้
คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ มีความสุขกับการเรียน และมีความคงทนในความรู้ที่ได้

ขั้นตอนในกระบวนการสืบสวนสอบสวน มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ดังแสดงได้ด้วย
แผนภูมิต่อไปนี้



กระบวนการสืบสวนสอบสวน เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

2. การเขียนอนุทิน เป็นการบันทึกอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ คิดหรืออธิบายการดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หรือเพื่อสะท้อนความรู้สึก ความคิดเห็น ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อแนวคิดหรือการดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ การเขียนอนุทินที่ดี นักเรียนจะต้องมีความซื่อสัตย์ เขียนตามความเป็นจริง และควรบันทึกทันทีหลังจากดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ

3. การเขียนรายงาน เป็นการบันทึกอย่างเป็นทางการของนักเรียนหรือกลุ่มนักเรียน เพื่อนำเสนอแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้เหตุผลในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล การเขียนรายงานที่ดี จะต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหาของแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และรูปแบบของการเขียนที่ถูกต้องและชัดเจน

โดยทั่วไป รูปแบบของการเขียนรายงานที่นิยมมี 2 รูปแบบ ดังนี้

แบบที่ 1 : การนำเสนอเนื้อหาของรายงานก่อนบทสรุปหรือข้อเสนอแนะ

แบบที่ 2 : การนำเสนอเนื้อหาของรายงานหลังบทสรุปหรือข้อเสนอแนะ

4. การเขียนโปสเตอร์ เป็นการเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิด ความคิดเห็นหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้เหตุผล บนแผ่นกระดาษ วัสดุหรือสื่อเช่นฟิวเจอร์บอร์ด การเขียนโปสเตอร์ที่ดีจะต้องมีจุดมุ่งหมายเดียว ให้ความหมายชัดเจนไม่ทำให้ผู้ดูสงสัย มีสีสวยงาม สะดุดตาชัดเจน มีจุดเด่นที่หัวเรื่อง และมีขนาดใหญ่พอที่จะมองเห็นได้ง่าย สามารถเข้าใจได้โดยไม่ต้องเสียเวลาอ่านนานนัก

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า กิจกรรมควรมีการนำเสนอสื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้เนื้อหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ใช้คำถามปลายเปิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สื่อสารแนวคิด และมีการเรียนแบบร่วมมือ

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง ไว้ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics : NCTM, 2011 : Online) ได้กล่าวถึง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต้องเชื่อมโยงความคิด ความเข้าใจ เป็นความรู้สึกและมีมากขึ้นต่อสิ่งที่ผ่านมา และทำให้มองเห็นภาพความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด มองเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีบทบาทซึ่งกันและกัน ระหว่างหัวข้อคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย บริบทที่คณิตศาสตร์สัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ และในความสนใจจากประสบการณ์ของเขา มีการชี้แนะว่า ความสำคัญนั้นอยู่ที่ความสัมพันธ์

บราไฮร์ (Brahier, 2005 : 25) กล่าวถึงความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องเชื่อมโยงความรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยการศึกษาในประเด็นต่อไปนี้เป็น 1) การเชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่นๆ ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ เช่น รู้วิธีการที่จะนำเรื่องรูปสามเหลี่ยมของปาสคาลส์ไปใช้ในการเรียนเรื่องทวินาม ทฤษฎีบทในสาระพีชคณิต ในขณะที่รู้วิธีการนำเรื่อง การกำหนดแฉกเปิดสเปสในการเรียนเรื่องความน่าจะเป็น 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา

ดอซเซย์ และคณะ (Dossey et al., 2002) กล่าวถึงความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551 :98-99) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิด วิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์ กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้ด้านเนื้อหาหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์หรือหลักการเดิมที่มีอยู่กับสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ต้องการเรียนรู้ หรือสัมพันธ์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ตนเองค้นพบจากการแสวงหาความรู้ เพื่อได้แนวคิดหรือวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกถึงการนำความรู้ทั้งเนื้อหาสาระ กระบวนการ และหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 2 หัวข้อ ไปสัมพันธ์กันที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน

ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความสำคัญของการเชื่อมโยงไว้ดังนี้

บราไฮร์ (Brahier, 2005 : 22-23) กล่าวถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า การเชื่อมโยงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียน มีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ มัน

จุดเน้นในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากเนื้อหาที่หลากหลายในห้องเรียน นักเรียนควรที่จะกระตุ้นความคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยการเชื่อมโยงทุกเรื่อง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 2000 : 64-66) กล่าวถึง ความสำคัญเกี่ยวกับมาตรฐานทางการเชื่อมโยงไว้ว่าผู้เรียนต้องมีความสามารถ ดังนี้

1. ระลึกและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร และสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่สอดคล้องกับของเดิมได้

3. ระลึกและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้

เอ็ดเวิร์ด (Edwards, 1998 : 21) กล่าวว่า การสร้างการเชื่อมโยงความสามารถทำให้สมองเกิดการทำงานขณะที่มีกระบวนการเรียนเพื่อที่จะบรรลุจุดหมาย

คอกซ์ฟอร์ด (Coxford, 1995 : 3 - 12) เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps, 1994 : 194) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นกระบวนการที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ หรือมโนทัศน์ภายในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกันได้ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงบูรณาการความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือการดำเนินชีวิตในโลกแห่งความเป็นจริงได้

ออบูเบล (Aububel, 1968) กล่าวถึง ความสำคัญของการเชื่อมโยงไว้ว่า การเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะทำให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาผสมผสานหรือเป็นพื้นฐานในการเรียนความรู้ใหม่ นอกจากนั้นการเชื่อมโยงยังสามารถสื่อให้เห็นความสัมพันธ์ที่แต่ละวิชามีความเกี่ยวข้องกัน ทำให้เกิดการเรียนแบบมีความหมายที่แตกต่างจากการเรียนแบบท่องจำ

อัมพร ม้าคนอง (2553, 61) ได้กล่าวถึง ความสำคัญเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าผู้เรียนต้องมีความสามารถ ดังนี้

1. เชื่อมโยงและสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
2. ใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาอื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ ธุรกิจ และในชีวิตประจำวัน

3. เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้งานของเนื้อหาหรือหัวข้อเหล่านั้น และมองเห็นคณิตศาสตร์เป็นภาพรวมของการบูรณาการ

4. วิเคราะห์ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้กราฟ ตัวเลข วัตถุ ภาษา แบบจำลอง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
5. ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจความคิดทางคณิตศาสตร์อื่น และความคิดในศาสตร์อื่น
6. เชื่อมโยงวิธีการที่แตกต่างกันที่ใช้ในการแสดงมโนทัศน์เดียวกัน และที่ใช้ในการนำเสนออย่างเดียวกัน
7. เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง
8. ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์และระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

กรมวิชาการ (2544 : 140 - 14) ได้กำหนดให้ทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงเป็นมาตรฐานหนึ่งในสาระการเรียนรู้เรื่องทักษะและกระบวนการที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เมื่อจบหลักสูตรการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกระดับ โดยระบุว่า ผู้เรียนต้องมีความสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้เช่นเดียวกับหลักสูตรการศึกษา คณิตศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่เป็นประเทศผู้นำของโลกปัจจุบันได้กำหนดให้ผู้เรียนมีมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงไว้เช่นกัน โดยกำหนดสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงไว้ 3 ประการ คือ

1. ผู้เรียนตระหนักและสามารถเชื่อมโยงความรู้ ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ได้ ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงวิธีการแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นระบบ
 2. ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงวิธีการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์มาทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นระบบ
 3. ผู้เรียนมีความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงและประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้
- จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นการสร้างความรู้ใหม่ จากความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ที่รับเข้ามา และความรู้ที่ใหม่ที่ค้นพบในการสร้างความรู้จากการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 1991) ได้แบ่งลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกัน ไปสัมพันธ์กัน ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียน มีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้ หัวเรื่องที่เกี่ยวข้องมาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 60) กล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงไว้ว่า อาจจะทำให้ หลากหลาย แต่ที่นิยมทำให้ห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ องค์ความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวน ระบบ พิกัดฉาก คู่ลำดับ กราฟ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่อง สถิติคณิตศาสตร์ กับนาโนเทคโนโลยี และการแบ่งตัวของแบคทีเรีย

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบท ปีทาโกรัสอธิบายว่าการเดินทางลัดเป็นการเดินในระยะทางที่สั้นกว่าการเดินทางปกติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551 :99 และ 114 - 127) ได้กล่าว ถึงลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

การจำแนกในแต่ละลักษณะข้างต้น ได้รวมเอาการนำความรู้และทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงด้วย

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นการนำความรู้และทักษะ/ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียน มากยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้และทักษะ/กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหา และความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เราสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ให้นักเรียนได้พบเห็นในชั้นเรียนได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง การใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยของอุณหภูมิ และปัญหาเกี่ยวกับการออกแรงดึง ลวดสปริง อุณหภูมิของอากาศและอุณหภูมิของร่างกายนิยมนอกเป็นองศาเซลเซียสและองศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งเป็นหน่วยของอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน นักวิทยาศาสตร์จึงต้องมีสูตรในการเปลี่ยนหน่วยของอุณหภูมิ

การกำหนดอุณหภูมิเริ่มจากอุณหภูมิที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็งเรียกว่า จุดเยือกแข็ง นักวิทยาศาสตร์กำหนดให้เป็นศูนย์องศาเซลเซียส (0°C) หรือ สามสิบสององศาฟาเรนไฮต์ (32°F) และอุณหภูมิที่น้ำกลายเป็นไอเรียกว่า จุดเดือด นักวิทยาศาสตร์กำหนดให้เป็นหนึ่งร้อยองศาเซลเซียส (100°C) หรือ สองร้อยสิบสององศาฟาเรนไฮต์ (212°F)

โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและสัดส่วน นักวิทยาศาสตร์วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิทั้งสองหน่วย ได้ดังนี้

$$\frac{F - 32}{180} = \frac{C}{100}$$

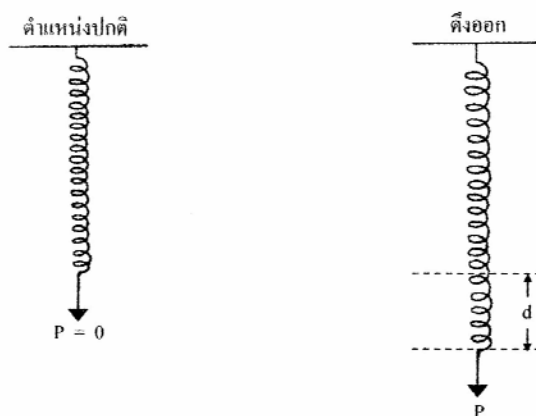
หรือ $F = \frac{9}{5}C + 32$

เมื่อ C แทน อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

และ F แทน อุณหภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$)

ปัญหาเกี่ยวกับการออกแรงดึงลวดสปริงที่มีการทดลองและบันทึกผลการทดลองในตาราง ใช้ความรู้เรื่องการแปรผันในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

ในการออกแรงดึงสปริงให้ยืดออก ปรากฏผลการทดลองเป็นแบบรูปดังตารางต่อไปนี้



แรงที่ใช้ดึงสปริง P (นิวตัน)	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6
ความยาวที่สปริงยืดออก d เมตร	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6

จากผลการทดลองสามารถบอกได้ว่า แรงที่ใช้ดึงสปริงแปรผันตรงกับความยาวที่สปริงยืดออก และเขียนเป็นสมการแสดงการแปรผันได้เป็น $P = 6d$ เมื่อ P แทนแรงที่ใช้ดึงสปริงมีหน่วยเป็นนิวตัน และ d แทน ความยาวที่สปริงยืดออกมีหน่วยเป็นเมตร

ตัวอย่าง การใช้คณิตศาสตร์ในเศรษฐศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์การลงทุน

การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นตาราง อสมการ และกราฟช่วยในการวิเคราะห์การลงทุน เพื่อวิเคราะห์จำนวนผลิตสินค้าที่ทำให้มีผลกำไรมากที่สุด ดังตัวอย่าง

บริษัทแห่งหนึ่งผลิตน้ำอัดลมชนิด M และชนิด N โดยที่ชนิด M แต่ละขวดใช้หัวเขื่อน้ำตาล 4 กรัมกับหัวเขื่อน้ำส้ม 1 กรัม ส่วนชนิด N แต่ละขวดใช้หัวเขื่อน้ำตาล 2 กรัม กับหัวเขื่อน้ำส้ม 3 กรัม ถ้าในแต่ละวันบริษัทมีหัวเขื่อน้ำตาลเพียง 20,000 กรัม และหัวเขื่อน้ำส้มเพียง 9,000 กรัม เท่านั้น ในการจำหน่ายน้ำอัดลม บริษัทจะได้กำไรจากน้ำอัดลมชนิด M ขวดละ 0.50 บาท และชนิด N ขวดละ 0.75 บาท อยากทราบว่าทางบริษัทควรผลิตน้ำอัดลมชนิด M และชนิด N วันละกี่ขวด จึงจะได้กำไรมากที่สุด และเป็นเงินเท่าไร

สมมติให้ P แทน กำไรเป็นบาท

x แทน จำนวนขวดของน้ำอัดลมชนิด M

y แทน จำนวนขวดของน้ำอัดลมชนิด N

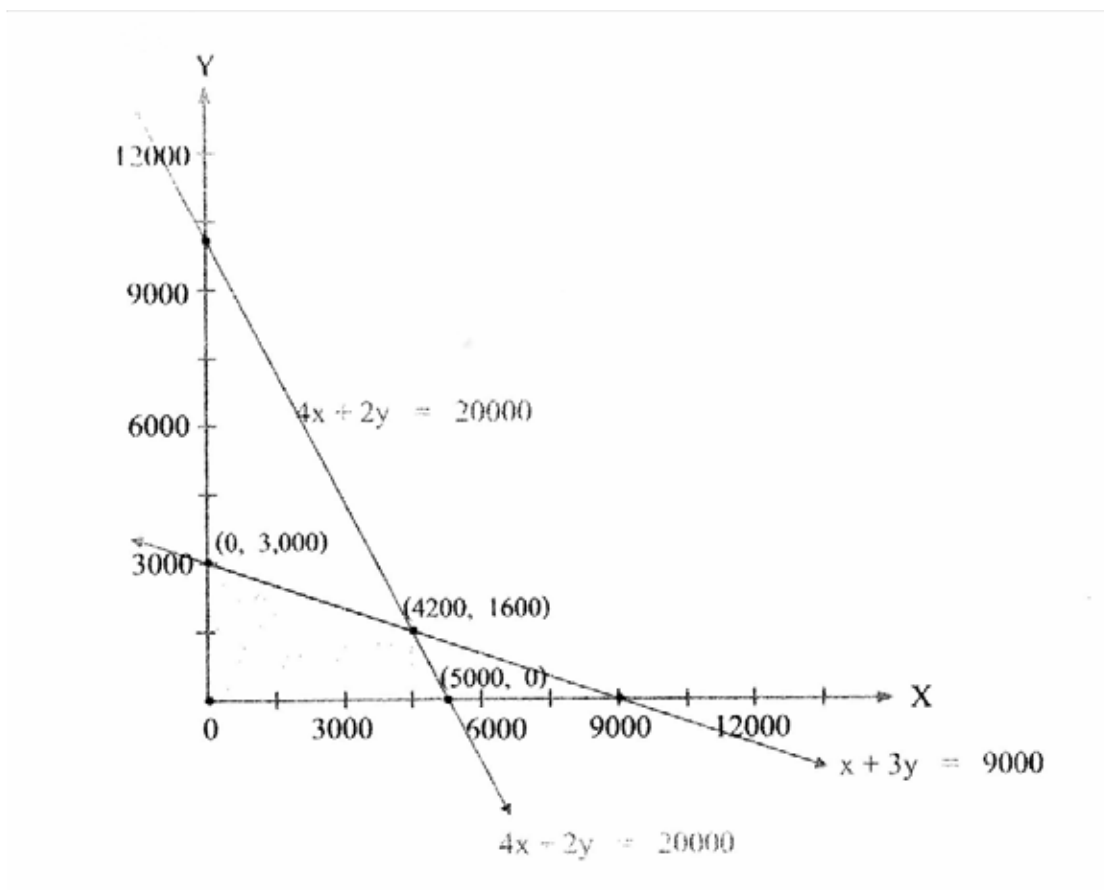
เขียนสมการแสดงกำไรจากการขายน้ำอัดลมได้เป็น

$$P = 0.50x + 0.75y$$

เขียนอสมการแสดงความสัมพันธ์และกราฟได้ดังนี้

$$\text{อสมการแสดงการใช้หัวเชื้อน้ำตาล คือ } 4x + 2y \leq 20,000$$

$$\text{อสมการแสดงการใช้หัวเชื่อน้ำส้ม คือ } x + 3y \leq 9,000$$



ตรวจสอบ ค่า P โดยแทนค่า x และค่า y จากทุกจุดยอดมุมของรูปแรเงา ใน $P = 0.5x + 0.75y$

(x, y)	$P = 0.50x + 0.75y$
(0, 0)	0
(5,000, 0)	2,500
(4,200, 1,600)	3,300
(0, 3,000)	2,250

จากกราฟและตารางสรุปได้ว่า ถ้าจะขายน้ำอัดลมให้ได้กำไรมากที่สุด ควรผลิตน้ำอัดลม ชนิด M 4,200 ขวด ชนิด N 1,600 ขวด ซึ่งจะได้กำไรมากที่สุดเป็น 3,300 บาท

ดวงเดือน อ่อนน่วม และคณะ (2547 : 50) กล่าวถึงลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นไปได้หลายลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 ประเด็นคือ รูปสามเหลี่ยมเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ความกว้างคูณความยาว ดังนั้น สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม คือ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่างๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การลบเป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำ ๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละสัมพันธ์กับเศษส่วน การวัดสัมพันธ์กับเรขาคณิต

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลาย ๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียนสร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเองก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐานหลาย ๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคิดคำนวณ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัด เด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่าง ๆ จะมาบวกลบกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้น ถ้าหากจำนวนเหล่านี้มีหน่วยต่างกันจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกันก่อน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่สนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษา สำรวจ สืบค้นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ในขณะที่เรียนยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่น ๆ ก็ได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551:55-56) กล่าวถึงมาตรฐาน ค 6.1 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ระดับชั้น ป.4 - 6 มี 2 ตัวชี้วัด ดังนี้

1. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์
2. เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ระดับชั้น ม.1 – 3 มี 2 ตัวชี้วัด ดังนี้

1. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์

2. นำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปลักษณะสำคัญของการเชื่อมโยงได้ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ สรุปลักษณะสำคัญได้ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยกันทั้งในเนื้อหา สาระ กระบวนการ และหลักการทางคณิตศาสตร์

แนวทางในการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา(The National Council of Teachers of Mathematics, 2000: 275 – 277 และ วาสนา กิมเท็ง, 2553: 63-66) กล่าวถึงการจัดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับกลาง เกรด 6-8 เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกับอัตราส่วนโดยยกตัวอย่างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงไว้ดังนี้

วงดนตรีของโรงเรียนทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้จัดคอนเสิร์ต โดยนักเรียนเกรด 7 ทำหน้าที่จัดอาหารว่าง ซึ่งหนึ่งในอาหารเหล่านั้น คือ น้ำพื้นซ์ พ่อครัวของโรงเรียนได้ให้สูตรเด็กทำ ส่วนผสมของน้ำที่แตกต่างกัน 4 สูตร ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำโซดา และน้ำแครนเบอร์รี่ ดังภาพ

สูตร A		สูตร B	
น้ำแครนเบอร์รี่	2 ถ้วย	น้ำแครนเบอร์รี่	4 ถ้วย
น้ำโซดา	3 ถ้วย	น้ำโซดา	3 ถ้วย
สูตร C		สูตร D	
น้ำแครนเบอร์รี่	3 ถ้วย	น้ำแครนเบอร์รี่	1 ถ้วย
น้ำโซดา	5 ถ้วย	น้ำโซดา	4 ถ้วย

สูตรการทำน้ำพื้นซ์ (NTCM, 2000 : 275)

คำถาม

1. น้ำพื้นซ์สูตรใดที่มีน้ำแครนเบอร์รี่เข้มข้นมากที่สุด จงอธิบาย

2. น้ำพันธุ์สูตรที่มีน้ำแครนเบอร์รี่เข้มข้นน้อยที่สุด จงอธิบาย

3. หัวหน้าวงดนตรีต้องการน้ำพันธุ์ทุกสูตร สูตรละ 120 ถ้วย แต่ละสูตรมีน้ำแครนเบอร์รี่ ก็แก้วและมีน้ำโซดาที่แก้ว จงอธิบาย

นักเรียนตอบคำถามข้อ 1 และ 2 เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน เมื่อแต่ละกลุ่มทำเสร็จ ก็จะให้ออกมานำเสนอและอธิบายคำตอบของพวกเขา นักเรียนแต่ละกลุ่มพยายามคำนวณว่าสูตรใดมีน้ำแครนเบอร์รี่เข้มข้นในวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น บางกลุ่มคำนวณโดยพิจารณาจากจำนวนถ้วยของน้ำแครนเบอร์รี่กับจำนวนส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละสูตร (สูตร A-D เป็น $\frac{2}{5}, \frac{4}{12}, \frac{3}{8}, \frac{1}{5}$ ตามลำดับ) บางกลุ่มพิจารณาจากอัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รี่กับโซดา (สูตร A-D เป็น $\frac{2}{3}, \frac{4}{8}, \frac{3}{5}, \frac{1}{4}$ ตามลำดับ) มีบางกลุ่มที่พิจารณาผิดพลาด โดยพิจารณาเพียงจำนวนถ้วยของน้ำแครนเบอร์รี่ในแต่ละสูตร (2,4,3,1) หลังจากการถามและการท้าทายในการหาคำตอบและเปรียบเทียบวิธีการแต่ละกลุ่ม นักเรียนในห้องตัดสินใจที่จะตอบคำถามในข้อสุดท้ายโดยแต่ละกลุ่มมอบหมายให้ตัดสินใจว่าต้องใช้ น้ำแครนเบอร์รี่ และน้ำโซดา สำหรับแต่ละสูตรจำนวนเท่าใด ข้างล่างนี้จะเป็นกลวิธีของแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการแก้ปัญหา 4 วิธี

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร A

พวกเรามีแนวทางที่แต่ละสูตรจะได้พันธุ์ 5 ถ้วย โดยน้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วย และน้ำโซดา 3 ถ้วย ดังนั้นถ้าพันธุ์ 120 ถ้วย จะได้น้ำพันธุ์ $\frac{120}{5} = 24$ ถ้วย ซึ่งเป็นจำนวนน้ำพันธุ์ที่ต้องการ และเนื่องจากเราต้องการน้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วย และน้ำโซดา 3 ถ้วย สำหรับสูตรนี้ ดังนั้นเราจะได้น้ำแครนเบอร์รี่ $2 \times 24 = 48$ ถ้วย และน้ำโซดา $3 \times 24 = 72$ ถ้วย สำหรับการปรุง 24 ครั้ง เนื่องจากน้ำแครนเบอร์รี่ 48 ถ้วย และน้ำโซดา 72 ถ้วย จะได้น้ำพันธุ์ทั้งหมด 120 ถ้วย ตามที่เราต้องการ

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร B

พวกเราคิดจากน้ำแครนเบอร์รี่ 4 ถ้วย และน้ำโซดา 8 ถ้วย นั่นก็คือ น้ำแครนเบอร์รี่ 1 ถ้วย และน้ำโซดา 2 ถ้วยนั่นเอง พวกเราจะแบ่งน้ำพันธุ์ 120 ถ้วย ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 40 ถ้วย $40+40+40 = 120$ พวกเราต้องการน้ำแครนเบอร์รี่ 1 ส่วน ดังนั้นต้องใช้ น้ำแครนเบอร์รี่ 40 ถ้วย และน้ำโซดา 2 ส่วน นั่นคือต้องใช้ น้ำโซดา 80 ถ้วย ในการทำน้ำพันธุ์ 120 ถ้วย ก็จะใช้อัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รี่ 1 ส่วน และน้ำโซดา 2 ส่วน เช่นเดิม

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร C

พวกเราลองเพิ่มสูตรเป็น 2 เท่า แต่มันยังไม่เพียงพอ ดังนั้นเราจึงเพิ่มวิธีปรุงไปเรื่อยๆ จนเพียงพอกับน้ำพันธุ์ที่เราต้องการ พวกเราได้รูปแบบที่เกิดขึ้นจนกระทั่งได้น้ำพันธุ์ 120 ถ้วย ดู

น้ำแครนเบอร์รี่ (ถ้วย)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
น้ำโซดา (ถ้วย)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
น้ำพื้ช้	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120

ตารางส่วนผสมในการทำน้ำพื้ช้ (NTCM,2000:276)

หลังจากอภิปรายในชั้นเรียน และสังเกตในแต่ละกลุ่มพบว่า พวกเขาสามารถทำจาก $\frac{3}{5}$ ไปยัง $\frac{45}{75}$ ได้ด้วยการคูณ 15 เพราะพวกเขาต้องการทำน้ำพื้ช้ 15 ครั้ง

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร D

พวกเราทดลองใช้จำนวนต่าง ๆ ครั้งแรกพวกเราลองใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 20 ถ้วย หมายความว่า เราต้องทำ 4 ครั้ง ซึ่งจะได้น้ำโซดา 80 ถ้วย แต่ยังไม่พอ เพราะว่า $20+80 = 100$ พวกเราจึงลองใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 30 ถ้วย จะได้น้ำโซดา $30 \times 4 = 120$ ถ้วย ฉะนั้นจะได้น้ำพื้ช้ $120 + 30 = 150$ ถ้วย ถัดมาเราจึงใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 25 ถ้วย จะได้น้ำโซดา $25 \times 4 = 100$ แต่เราได้น้ำพื้ช้ 125 ถ้วย ซึ่งมากเกินไป ดังนั้นเราจึงลองใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 24 ถ้วย ซึ่งได้น้ำโซดา $24 \times 4 = 96$ ถ้วย ซึ่งเป็นจำนวนน้ำพื้ช้ที่เราต้องการ คือ $24+96 = 120$ ถ้วย หลังจากแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามครูจึงสนทนาและเข้าร่วมในชั้นเรียนพูดคุยเรื่องกลวิธีที่เหมือนกันและแตกต่างกันของแต่ละวิธี

ปัญหา “การทำน้ำพื้ช้” เป็นการนำแนวคิดเกี่ยวกับจำนวนทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เรื่อง เศษส่วน อัตราส่วน สัดส่วน การดำเนินการ ขนาด ระดับ ความรู้ลึกเชิงจำนวน แบบรูปและอื่น ๆ โดยการนำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนและได้พัฒนาความเข้าใจ ซึ่งเป็นการวางพื้นฐานในการเรียนเรื่องต่อไป เช่น อัตราการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์เชิงเส้น

เนื่องจากงานนี้ต้องการให้นักเรียนได้อธิบายกลวิธีของพวกเขา นักเรียนมีโอกาสรสร้าง ความเข้าใจให้ดีขึ้นในเรื่องอัตราส่วน โดยการฟังความคิดเห็นที่แตกต่างกันของแต่ละกลุ่ม เช่น กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร D ใช้การคูณและตรวจสอบในการเข้าถึงการแก้ปัญหา กลุ่มที่ทำสูตร C ใช้ตาราง และแนวคิดในการใช้อัตราส่วนในทางเดียวกันทำให้พบเศษส่วนที่เท่ากัน กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร A และ B ใช้ความคิดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาณและใช้อัตราส่วน

ไม่มีนักเรียนคนใดกล่าวถึงคำตอบของข้อ 1 และ 2 ว่ามีความชัดเจน ถ้าพวกเขาได้แก้ปัญหามาในข้อ 3 ได้ในแต่ละสูตร สามารถเพิ่มจำนวนถ้วยของน้ำแครนเบอร์รี่และน้ำโซดาซึ่งจะนำไปสู่จำนวนน้ำฟุ้งที่เราต้องการ พวกเราแยกจำนวนที่ต้องการ 120 ถ้วย จะได้ 24, 10, 15 และ 24 ตามลำดับ ของส่วนผสมที่ต้องการ เพราะว่าสูตร A-D ใช้ 2,4,3, 1 ถ้วย ตามลำดับ พวกเขาจะใช้ น้ำแครนเบอร์รี่ 48, 40, 45, 24 ถ้วยตามลำดับ เมื่อต้องการเสิร์ฟให้คน 120 คน ซึ่งจะพบว่าสูตร D มีความเข้มข้นของแครนเบอร์รี่น้อยที่สุด และสูตร A มีความเข้มข้นของแครนเบอร์รี่มากที่สุด สิ่งนี้เป็นสิ่งที่ยืนยันคำตอบและวิธีการของนักเรียนก่อนหน้านี้

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 61-63) ได้กล่าวว่าแนวทางในการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงได้คือ ผู้เรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงเป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของสิ่งที่จะเชื่อมโยง และมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงจึงไม่ควรแยกเนื้อหาที่สัมพันธ์กันออกจากกัน แต่ควรสอนรวมกันไป เช่น สอนทั้งจำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ อันจะทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ผู้สอนควรต้องตระหนักถึงประเด็นนี้ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว ดังตัวอย่างต่อไปนี้

การนับ

ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้จักการนับตั้งแต่ก่อนเข้าเรียนในโรงเรียนด้วยการนับสิ่งของในชีวิตประจำวัน จากนั้น การนับเริ่มมีความหมายที่แท้จริงในระดับประถมศึกษา ซึ่งผู้เรียนจะสามารถเข้าใจความแตกต่างระหว่างวัตถุ 10 ชิ้น ในหนึ่งแถว หรือจำนวนแสดงปริมาณ (Cardinal number) กับวัตถุชิ้นที่ 10 ในหนึ่งแถว หรือจำนวนแสดงลำดับที่ (Ordinal number) และเมื่อถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้นผู้เรียนก็จะสามารถเปรียบเทียบการนับสองประเภทคือ การนับตามลำดับของจำนวนธรรมชาติ การนับโดยการจับคู่แบบหนึ่งต่อหนึ่งระหว่างวัตถุสองเซต จนกระทั่งถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เรียนจึงจะเข้าใจลำดับในเซตอนันต์ ผู้สอนควรเชื่อมโยงมโนทัศน์เรื่องการนับจากจำนวนแสดงปริมาณ ไปสู่จำนวนแสดงลำดับ และจากจำนวนในเซตจำกัด (Finite set) ไปสู่จำนวนในเซตอนันต์ (Infinite set) เพื่อให้ผู้เรียนจะเข้าใจจำนวนเหล่านี้เป็นอย่างดี

จำนวน

การสอนมโนทัศน์เรื่องจำนวนเริ่มตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ที่มักเริ่มด้วยการนับสิ่งของการจดจำ และเขียนสัญลักษณ์ของจำนวนนับ จากนั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้มโนทัศน์เบื้องต้นของเศษส่วน และทศนิยมและในระดับมัธยมศึกษา จะมีการสอนมโนทัศน์เรื่องจำนวนประเภทต่าง ๆ อีกครั้ง โดยรวมจำนวนเต็มลบและศูนย์ เช่น จำนวนนับ (Counting number) หรือจำนวนธรรมชาติ (Natural number) จำนวนเต็มบวก (Positive integers) จำนวนเต็มลบ (Negative integers) ศูนย์ (Zero) เศษส่วน (Fraction) ทศนิยม (Decimal) จำนวนตรรกยะ (Rational number) จำนวนตรรกยะ (Irrational number) จนกระทั่งถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ระบบจำนวน รวมถึง มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมของจำนวนจริง (Real number) และจำนวนเชิงซ้อน (Complex number) ผู้สอนควรเชื่อมโยงให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างและความสัมพันธ์กันของจำนวนเหล่านี้ เพื่อจะทำให้ผู้เรียนมีมโนภาพที่ดีในเรื่องของจำนวน ซึ่งจะมีผลต่อการใช้งานของคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

พื้นที่

ผู้เรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์พื้นที่ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา โดยหาพื้นที่จากการนับจำนวนตารางหน่วยที่ครอบคลุมรูปปิดในระนาบ ต่อมา ผู้เรียนจะสามารถใช้สูตรหาพื้นที่ของรูเรขาคณิตต่าง ๆ ได้ เช่น การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปวงกลม และในระดับสูงขึ้น ผู้เรียนจะเรียนรู้การหาพื้นที่ของรูปปิดที่ไม่ใช่รูเรขาคณิตที่คุ้นเคย การหาพื้นที่ใต้กราฟ และการหาพื้นที่ของรูปเปิด ซึ่งวิธีการหาพื้นที่จะเปลี่ยนแปลงไปจาการนับหรือการใช้สูตร เป็นการอินทิเกรตทั้งจำกัดเขตและไม่จำกัดเขต จนถึงการใช้มโนทัศน์เรื่องลิมิตช่วยในการหาพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมมากขึ้น การเชื่อมโยงให้ผู้เรียนเห็นวิธีหาพื้นที่ที่แตกต่างกัน จะทำให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ดีเกี่ยวกับการหาพื้นที่ ซึ่งจะสามารถใช้เป็นทางเลือกที่หลากหลายในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ในชีวิตจริง

ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

อาจกล่าวได้ว่าผู้เรียนได้เรียนมโนทัศน์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา โดยผู้เรียนจะยังไม่รู้จักคำว่า “ความสัมพันธ์” หรือ “ฟังก์ชัน” แต่จะเรียนรู้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแบบไม่มีโครงสร้างโดยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจับคู่ระหว่างคนกับสิ่งของ การจับคู่สามีกับภรรยา และการแบ่งของที่มีลักษณะเหมือนกันออกเป็นกลุ่ม ๆ จนกระทั่งถึงชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่มโนทัศน์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชันมีลักษณะเป็นนามธรรมมากขึ้น โดยปรากฏในรูปของสูตรสำหรับหาพื้นที่และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประเภทต่าง ๆ เมื่อถึงระดับมัธยมศึกษา มโนทัศน์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชันจะถูกสอนอย่างเป็นแบบแผนในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน และ

มีการใช้คำว่า “ความสัมพันธ์” และ “ฟังก์ชัน” รวมทั้งมีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมในการกำหนดความหมายของฟังก์ชันในเนื้อหาอื่น เช่น ตรีโกณมิติ ที่ถูกอธิบายความหมายในรูปของฟังก์ชันบนวงกลมหนึ่งหน่วย การเชื่อมโยงมโนทัศน์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชันจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าความสัมพันธ์และฟังก์ชันเป็นเรื่องใกล้ตัวและสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

ลิมิต

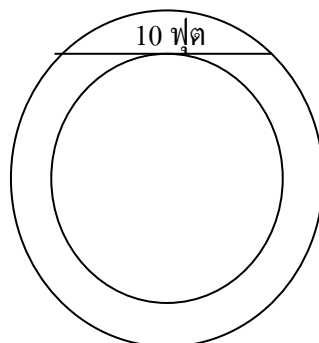
มโนทัศน์เรื่องลิมิตมีความสำคัญมากสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน เนื่องจากเป็นพื้นฐานของคณิตศาสตร์ระดับอุดมศึกษา ผู้เรียนสามารถเข้าใจมโนทัศน์เรื่องลิมิต เมื่อเรียนเรื่องลำดับและอนุกรมในทางพีชคณิต ผู้สอนมักสอนลิมิตในเรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ส่วนในทางเรขาคณิตนั้น ผู้สอนอาจใช้วงกลมแสดงลิมิตของรูปหลายเหลี่ยมที่มีจำนวนด้านเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้ ยังมีการสอนมโนทัศน์เรื่องลิมิตในฟังก์ชันตรีโกณมิติ เอกซ์โพเนนเชียล และลอการิทึม แต่มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมมาก ๆ ของลิมิตจะนำมาสอนในเนื้อหาแคลคูลัส ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับอุดมศึกษา เนื้อหาลิมิตที่นำมาสอนในลักษณะต่าง ๆ นี้ แสดงถึงการใช้งานที่หลากหลายของลิมิต ผู้สอนควรเชื่อมโยงให้ผู้เรียนเห็นมิติที่แตกต่างกันดังกล่าว

ตัวอย่างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ข้างต้น ส่วนใหญ่เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาเดียวกัน แต่ถูกสอนในระดับที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีวิธีคิดคำนวณและเงื่อนไขการใช้งานที่แตกต่างกัน สำหรับการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่แตกต่างกันภายในคณิตศาสตร์นั้น ก็สามารถทำได้ในลักษณะเดียวกัน เช่น การเชื่อมโยงระหว่างเส้นจำนวนจริงที่ประกอบกันเป็นระนาบ คู่อันดับในระนาบ เซตของคู่อันดับที่เกิดจากความสัมพันธ์ใด ๆ และกราฟที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ การเชื่อมโยงให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์เหล่านี้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ มีมโนภาพทางคณิตศาสตร์ที่ดี และสามารถเลือกไปใช้งานได้เหมาะสม

สำหรับการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ผู้สอนอาจยกตัวอย่างการใช้คณิตศาสตร์กับสิ่งใกล้ตัวผู้เรียน หรือสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวัน

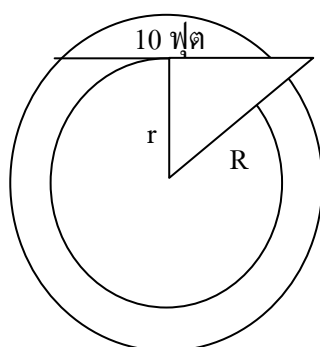
นอกจากนี้ อัมพร ม้าคนอง (2553 : : 191-192) ได้ยกตัวอย่างการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สนามเด็กเล่นในโรงเรียนแห่งหนึ่งมีพื้นที่เป็นรูปวงกลม เททรายเต็มพื้นที่และปูหญ้าตรงกลางเป็นรูปวงกลม เมื่อใช้ไปได้ระยะหนึ่ง เจ้าของโรงเรียนพบว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่ชอบมาเล่นบนส่วนที่เป็นทราย ถ้าแม่บ้านวางลำไม้ไผ่ที่มีความยาว 10 ฟุต บนพื้นทรายให้ส่วนหนึ่งสัมผัสวงกลมที่ปูหญ้าแล้ว ปรากฏว่า ปลายทั้งสองข้างของลำไม้ไผ่ชิดกับขอบของสนามพอดี ดังรูปข้างล่าง



1. เจ้าของโรงเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า สนามแห่งนี้มีพื้นที่ส่วนที่เป็นทรายให้นักเรียนเล่นรวมทั้งหมดกี่ตารางฟุต
2. หากไม่มีการหาข้อมูลเพิ่มเติม ข้อมูลที่มีอยู่ข้างต้นเพียงพอสำหรับการหาพื้นที่ส่วนที่เป็นทรายหรือไม่ ถ้าเพียงพอ ให้แสดงวิธีการหาพื้นที่ดังกล่าว

คำถามข้อแรกมุ่งประเมินกระบวนการและกลวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน อาจมีผู้เรียนบางคนตอบคำถามข้อนี้ว่า ต้องวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของสนามรูปวงกลม ทั้งวงในและวงนอก เพื่อหารัศมีของรูปวงกลมทั้งสอง ผู้สอนควรถามผู้เรียนว่า จะทราบได้อย่างไรว่า จุดศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองอยู่ตำแหน่งใด ซึ่งผู้เรียนอาจไม่ได้คิดถึงเรื่องนี้มาก่อน หากผู้เรียนตอบได้ว่าจะหาจุดศูนย์กลางของวงกลมอย่างไร สิ่งที่ผู้เรียนจะทำต่อไปคือหาพื้นที่ของรูปวงกลมทั้งสอง แล้วนำพื้นที่ของรูปวงกลมวงในลบออกจากพื้นที่ของรูปวงกลมวงนอก ซึ่งจะทำให้ทราบพื้นที่ส่วนที่เป็นทราย หากผู้เรียนตอบลักษณะนี้ ผู้สอนสามารถประเมินได้ว่า ผู้เรียนคิดและทำงานตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคย จากการเรียนในชั้นเรียน สำหรับคำถามข้อที่สอง มุ่งประเมินการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การคิดหลากหลาย และการคิดริเริ่มหาวิธีการใหม่ ๆ มาใช้ ผู้เรียนที่มีความสัมพันธ์เหล่านี้ จะเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส และความรู้ที่ว่าเส้นสัมผัสวงกลมจะต้องตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการหาพื้นที่ส่วนที่เป็นทรายจากรูปต่อไปนี้



จากรูป จะได้ความสัมพันธ์ $R^2 - r^2 = 5^2$ หรือ $R^2 - r^2 = 25$ เมื่อ R แทนรัศมีของรูปวงกลมใหญ่ และ r แทนรัศมีของรูปวงกลมเล็ก ทำให้ได้พื้นที่ส่วนที่เป็นทรายเท่ากับ $\pi R^2 - \pi r^2$ ($\pi(R^2 - r^2)$) หรือ 25π ตารางฟุต

อัมพร มีคานอง (2553 : : 186) ได้ยกตัวอย่างที่ 2 ดังนี้

รถคันหนึ่งเมื่อเติมน้ำมันไป 30 ลิตร เข็มที่เดิมชี้อยู่ที่ $\frac{1}{4}$ ของถัง เปลี่ยนไปอยู่ที่ $\frac{3}{4}$ ของถัง

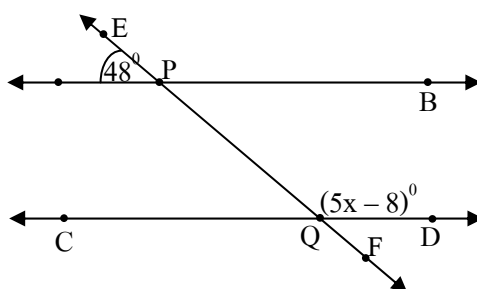
1. น้ำมัน 30 ลิตร คิดเป็นเศษส่วนเท่าใดของถัง
2. เดิมรถคันนี้มีน้ำมันอยู่ในถังกี่ลิตร
3. ถังใบนี้มีความจุกี่ลิตร

คำถามในข้อนี้ประเมินการเชื่อมโยงระหว่างเศษส่วนกับจำนวนเต็ม ผู้เรียนบางคนอาจบอกได้ว่าน้ำมัน 30 ลิตร ที่เติมลงไปนั้นเท่ากับ $\frac{2}{4}$ หรือ $\frac{1}{2}$ ถัง ซึ่งจะทำให้ตอบคำถามทั้งสามข้อได้ทันที ผู้เรียนที่ตอบได้โดยไม่ต้องลงมือคำนวณมีความรู้สึกรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการแก้ปัญหาได้ในระดับดี อย่างไรก็ตามการให้ผู้เรียนได้อธิบายวิธีคิด จะทำให้ประเมินทักษะการสื่อสารของผู้เรียนได้ สำหรับปัญหาข้อนี้ หากจะทำให้ยากขึ้น อาจเปลี่ยนเศษส่วนทั้งสองจำนวนให้มีทั้งตัวเศษส่วนและตัวส่วนแตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้กระบวนการคิดซับซ้อนมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2551 :99-112) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่ามี 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ และด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในทางปฏิบัติการเชื่อมโยงทั้งสองด้านนี้ไม่สามารถแยกจากกันได้โดยเด็ดขาด แต่ได้แยกแยะตัวอย่างมาเพื่อง่ายแก่การทำความเข้าใจ เพื่อความสะดวกในการนำเสนอตัวอย่างที่แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง การเชื่อมโยงสาระเรขาคณิตกับพีชคณิต



จากรูป กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และ \overline{EF} ตัด \overline{AB} และ \overline{CD} ที่จุด P และจุด Q ตามลำดับ
 $\angle APE = 48^\circ$ และ $\angle DQP = (5x - 8)^\circ$ จงหาค่า x

ปัญหานี้ต้องใช้ความรู้ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน และความสัมพันธ์ของขนาดของมุมตรงข้ามที่เกิดจากเส้นตรงสองเส้นตัดกันประกอบความรู้ทางพีชคณิตเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาหาคำตอบซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

เนื่องจาก $\angle APE = \angle DQP = 48^\circ$ (ถ้าเส้นตรงสองเส้นตัดกัน แล้วมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน)

และ $\angle BFQ + \angle DQP = 180^\circ$ (ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดเส้นขนานรวมกันเท่ากับ 180°)

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad 48 + (5x - 8) &= 180 \\ 5x + 40 &= 180 \\ 5x &= 140 \\ x &= 28 \end{aligned}$$

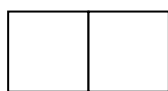
เมื่อนำค่า x ที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขที่ให้มา ก็จะได้ว่า x เท่ากับ 28 องศา

ตัวอย่าง การเชื่อมโยงสาระจำนวนกับพีชคณิต

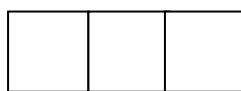
พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอันดับของรูป (รูปที่) กับความยาวรอบรูป ตามแบบรูปที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



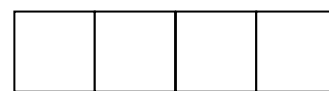
รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4

รูปที่	ความยาวรอบรูป (หน่วย)
1	$4 = 2 + (2 \times 1)$
2	$6 = 2 + (2 \times 2)$
3	$8 = 2 + (2 \times 3)$
4	$10 = 2 + (2 \times 4)$
.	.
.	.
.	.
n	

1. รูปที่ 50 มีความยาวรอบรูปกี่หน่วย
2. เมื่อ n แทนจำนวนนับจำนวนหนึ่ง รูปที่ n มีความยาวรอบรูปกี่หน่วย
3. รูปที่มีความยาวรอบรูป 30 หน่วย เป็นรูปที่เท่าไร

ปัญหานี้ต้องสังเกตแบบรูปของความสัมพันธ์ระหว่างอันดับของรูป (รูปที่) กับความยาวรอบรูปตามแบบรูปที่กำหนดต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของจำนวนมาตอบคำถามข้อที่ 1 เขียนความยาวรอบรูปในรูปของตัวแปร n เพื่อตอบคำถามข้อที่ 2 และจากผลข้อที่ 2 นำมาเขียนเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อนำสมการไปใช้ตอบคำถามข้อที่ 3 ดังนี้

1. รูปที่ 50 หาความยาวรอบรูปได้จาก $2 + (2 \times 50) = 102$ หน่วย
2. รูปที่ n มีความยาวรอบรูปเป็น $2 + 2n$ หน่วย
3. รูปที่ 14

$$\begin{array}{rcl} \text{แนวคิด} & 2 + 2n & = & 30 \\ & 2n & = & 28 \\ & n & = & 14 \end{array}$$

ตัวอย่าง การเชื่อมโยงสาระทางคณิตศาสตร์กับการนำไปใช้ในชีวิต

นิติฝากเงินเริ่มต้น A_0 บาท ทางธนาคารให้ดอกเบี้ยโดยคิดอัตราดอกเบี้ยทบต้นหลังจากหักภาษีแล้วเป็น 5% ต่อปี ถ้านิติไม่ถอนเงินเลย จงหาสูตรการหาเงินฝากในบัญชีของนิติเมื่อฝากครบ n ปี

ปัญหานี้ต้องใช้ความรู้ในเรื่องจำนวนในสาระอัตราส่วนและร้อยละ และเลขยกกำลังไปใช้ในการหาสูตรการคิดเงินในบัญชีหลังจากคิดดอกเบี้ยแล้วเมื่อสิ้นปีที่ n

สำหรับเงินต้น A_0 บาท ให้ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ แทนเงินรวมในบัญชีหลังจากคิดดอกเบี้ยเมื่อสิ้นปีที่ 1, 2, 3, ... n ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{เมื่อสิ้นปีที่ 1 จะได้ } A_1 &= \text{จำนวนเงินในบัญชีของปีที่ 1} + \text{ดอกเบี้ยปีที่ 1} \\ &= A_0 + (0.05)A_0 \\ &= (1.05)A_0 \\ \text{เมื่อสิ้นปีที่ 2 จะได้ } A_2 &= \text{จำนวนเงินในบัญชีของปีที่ 2} + \text{ดอกเบี้ยปีที่ 2} \\ &= (1.05)A_0 + [(0.05)(1.05A_0)] \\ &= (1 + 0.05)(1.05A_0) \\ &= (1.05)^2 A_0 \end{aligned}$$

ในทำนองเดียวกันจะได้ว่า

$$\text{เมื่อสิ้นปีที่ 3 จะได้ } A_3 = (1.05)^3 A_0$$

$$\text{เมื่อสิ้นปีที่ 4 จะได้ } A_4 = (1.05)^4 A_0$$

. . .

$$\text{เมื่อสิ้นปีที่ } n \text{ จะได้ } A_n = (1.05)^n A_0$$

ดังนั้น เมื่อสิ้นปีที่ n เงินฝากในบัญชีของนิธิจะเป็น $(1.05)^n A_0$ เมื่อ A_0 แทนเงินฝากเริ่มต้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 203-205) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อ นั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การให้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปแบบของเซต บทนิยามของลำดับในรูปแบบของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

นอกจากนั้นยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่งตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในวัยบั้นปลายของชีวิต

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

- 1) มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
- 2) มีความรู้ในเนื้อหาที่จะไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
- 3) มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
- 4) มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องด้วย

5) มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ได้พัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดคล้องกับการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็น การนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำ ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ ในชีวิตประจำวัน

เพื่อให้ผู้เรียน ได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้นี้ ผู้สอน อาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น และ นำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

ตัวอย่างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กำหนดสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

บริษัทก่อสร้างต้องการเช่าที่ดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 1 แปลง สำหรับเก็บวัสดุก่อสร้างทาง ในราคาประหยัด และมีผู้นำที่ดินมาเสนอให้เช่า 2 ราย ดังนี้

นายบุญ เสนอที่ดิน 2 ไร่ 1 งาน คิดราคาค่าเช่าที่ดินทั้งแปลงเดือนละ 7,000 บาท

นางล้วน เสนอที่ดิน 5 ไร่ 3 งาน แบ่งที่ดินให้เช่าได้โดยคิดค่าเช่าตารางวาละ 100 บาท ต่อปี

ถ้าผู้เรียนเป็นเจ้าของบริษัทก่อสร้างควร ผู้เรียนจะตกลงเช่าที่ดินของใคร เพราะเหตุใด

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการ คำนวณค่าเช่าที่ดิน ต้องคำนึงถึงราคาที่ต้องการประหยัด ต้องใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจการ นำเสนอเฉพาะคำตอบจากการคำนวณของผู้เรียนไม่ใช่สำคัญที่สุด ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญต่อ แนวคิดและเหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ตัวอย่างคำตอบและเหตุผลของผู้เรียนอาจเป็นดังนี้

ด.ช. ก่อ ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายปีละ 84,000 บาท ($7,000 \times 12 = 84,000$) และได้ที่ดินมากกว่าที่กำหนดไว้อีก 1 งาน

ด.ญ. นิตยา ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนางล้วน ซึ่งคิดค่าเช่า 2 ไร่ หรือ 800 ตารางวา เป็น เงิน 80,000 ต่อปี ซึ่งเป็นราคาเช่าที่ถูกลงกว่าเช่าที่ดินของนายบุญ

ด.ญ.นุช ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งเมื่อคิดค่าเช่าเป็นตารางวาต่อปีแล้ว จะจ่ายเพียงตารางวาละ 93 บาท ($\frac{7,000 \times 12}{900} = 93$) ซึ่งถูกกว่าค่าเช่าที่ดินของนางล้วน

ผู้สอนอาจเปิดประเด็นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายต่อในเรื่องนี้ได้อีกประเด็นที่ว่า ในชีวิตจริงแล้วก่อนตัดสินใจลงทุนทำกิจการใด ผู้ลงทุนไม่พิจารณาเฉพาะค่าเช่าเพียงอย่างเดียวต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม ความสะดวกในการเข้าออก ที่ดินอยู่ใกล้หรือไกลจากบริษัทเพียงใด ประเด็นเหล่านี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความคิดพิจารณาในวงกว้างขึ้น สามารถนำความคิดเช่นนี้ไปประยุกต์ในชีวิตจริงได้ เป็นการส่งเสริมทักษะกระบวนการให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในด้านการคิดอย่างถี่ถ้วน รอบคอบ กล้าแสดงความคิดเห็น และคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

ในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือให้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิด และแสดงเหตุผลได้ ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่หาได้จากการคำนวณเท่านั้น คำตอบของปัญหาอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ ขึ้นอยู่กับ การให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลด้วย

โทมัส และซานเตียโก (Thomas and Santiago, 2002 : 484) กล่าวถึงการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่าควรเป็นไปตามมาตรฐานสากล คือ มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ปี 1989 และ 2000 โดยกล่าวไว้ในปี 1989 มาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผล มาตรฐานการเชื่อมโยงได้กำหนดไว้อย่างมีความหมาย เป็น 1 ใน 4 ของมาตรฐานด้านกระบวนการที่เชื่อมต่อนี้เพื่อจะผ่านระดับช่วงชั้นทั้งหมด แต่ละกลุ่มดังนี้ อนุบาล ถึง เกรด 4 , เกรด 5 ถึง เกรด 8 และเกรด 8 ถึงเกรด 12 ลักษณะเฉพาะของหลักสูตรจะส่งเสริมในการเชื่อมโยงให้มากขึ้น ในระดับอนุบาลถึงเกรด 4 เน้นการกำหนด นี้ถึงความสัมพันธ์ การสร้างความเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้พวกเขาเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดในวิชาคณิตศาสตร์ ในเกรด 5 – 8 การสังเกตการณ์การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เป็นการเน้นถึงจุดหมายอย่างกว้าง ๆ ของนักเรียน เทคนิคการเขียนภาพให้ได้สัดส่วนอย่างเห็นด้วยตาจริงในวิชาคณิตศาสตร์เหมือนกับการรวบรวมสิ่งทั้งหมด หลักสูตรที่สนับสนุนนักเรียน ในเกรด 9 – 12 มีความสำคัญต่อการสืบสวนของการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ต่อไปถึงการรวบรวมความสนใจในความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อคณิตศาสตร์และการประยุกต์

หลักการและมาตรฐานขั้นสูง มาตรฐานการเชื่อมโยงตลอดจนหลักสูตร เป็นตัวบ่งชี้ที่มากกว่าการเข้าใจ (หยั่งรู้) จุดสนใจ และการเชื่อมโยงกัน เป็น 1 ใน 5 ของมาตรฐานด้านกระบวนการ มาตรฐานการเชื่อมโยงนิยามอย่างชัดเจน เป็น 1 ในกลุ่มของเกณฑ์ สำหรับนักเรียนระดับอนุบาล – เกรด 12 ในแผนการเรียนรู้

แผนการเรียนรู้จากระดับอนุบาล – เกรด 12 ควรจะทำให้นักเรียนสามารถ

1. ตระหนัก และรู้จักเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์
2. เข้าใจถึงวิธีการด้านคณิตศาสตร์ เชื่อมระหว่างกัน และสร้างอีกสิ่ง เพื่อปะติดปะต่อ โดยใช้เหตุผล
3. ตระหนักและรู้จักประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ปานทอง กุลนาถศิริ (2543: 17) กล่าวว่า การพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นไปตามมาตรฐานสากล คือ มาตรฐานการเชื่อมโยงที่สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้จัดทำและพิมพ์เผยแพร่เอกสารมาตรฐานและวัดผลที่ชื่อว่า The Curriculum and Evaluation Standards for school Mathematics ในปี ค.ศ. 1989 ไว้ดังนี้

มาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (Connections) เกี่ยวกับโปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ ต่อไปนี้

1. ตระหนักถึงความสัมพันธ์ในการเชื่อมโยง และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ตลอดจนแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ได้
3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ตลอดจนสามารถนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยการพิจารณากรณีต่าง ๆ ได้
4. สามารถระลึกถึงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว และสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ผู้เรียนจะต้องมองเห็นภาพรวมในเนื้อหา กระบวนการและหลักการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาสัมพันธ์โดยสามารถนึกถึงความรู้เดิมที่มีอยู่สัมพันธ์กับปัญหา สามารถคิดวิเคราะห์ได้ว่า จะต้องไปแสวงหาความรู้ใหม่จากที่ใดเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

รูปแบบการเรียนการสอน

ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

กันเทอร์ เอสเตส และมินทซ์ (Gunter Estes and Mintz, 2007: 70-82) ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนไว้ว่า เป็นเสมือนตำหรับการปรุงอาหาร หรือแบบพิมพ์เขียว ที่ได้แสดงขั้นตอนที่สำคัญอย่างเฉพาะเจาะจงและละเอียดเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้ ดังนั้น การเลือกรูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ที่ตั้งไว้เป็นสำคัญ นอกจากนี้ ยังต้อง

เฉพาะเจาะจงในเวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้ การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยข้อเสนอแนะการปฏิบัติที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในการพัฒนาความสามารถใหม่ๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม

ลาสลีย์ที่สอง มัชชินสกี และรอว์ลี (Lasley II, Matczynski, and Rowley, 2002: 74-75) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้รูปแบบการเรียนการสอนคล้ายคลึงกับการเรียนตีกอล์ฟ หรือการถักโครเชต์ ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “การถักออฟกัน” สิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งในการถักออฟกันคือการประยุกต์แบบแพทเทิร์น เพราะหากไม่มีแพทเทิร์น แบบพิมพ์เขียว หรือโครงร่างแล้ว ไม่ว่าจะเป็นคนถักออฟกัน หรือผู้สอนก็ไม่สามารถที่จะสำเร็จซึ่งเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ ในทางเดียวกัน การเลือกสรรรูปแบบการเรียนสอนก็เป็นสิ่งที่จำเป็นเพราะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนคาดหวังได้ และต้องสอดคล้องกับสิ่งที่คาดว่านักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วย

มัวร์ (Moore, 2009: 29) ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนไว้ว่า การสอนที่ดีจำเป็นจะต้องก่อให้เกิดลำดับที่ต่อเนื่องของการตัดสินใจแบบมืออาชีพ ซึ่งมีผลต่อความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเรียนรู้ ดังนั้น การสอนที่ดีก็คือการเสาะแสวงหาจากช่องทางที่หลากหลายที่จะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการพัฒนาความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา

เอกเกน และควาแซค (Eggen and Kauchak, 2006:19) กล่าวว่าไว้ว่า รูปแบบการสอนเป็นประเภทหนึ่งของพิมพ์เขียวสำหรับการสอน ในขณะที่พิมพ์เขียวแสดงโครงสร้างและชี้ทางให้แก่วิศวกร รูปแบบการสอนก็แสดงโครงสร้างและชี้ทางให้ครูในขณะเดียวกัน อย่างไรก็ตาม พิมพ์เขียวไม่ได้กำหนดตายตัวถึงการปฏิบัติต่างๆ ของวิศวกร และรูปแบบการสอนก็ไม่ได้กำหนดตายตัวถึงการปฏิบัติต่างๆ ของครู เป็นต้น สรุปได้ว่า รูปแบบการสอนให้ความสำคัญหยุ่นพอสมควรแก่ครูในการที่จะใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนเองในการสอน เพราะรูปแบบการสอนเป็นเพียงสิ่งซึ่งสร้างขึ้นสำหรับครูในการใช้ทักษะและข้อมูลต่างๆ ในการสอนหนังสือ

ทิสนา แจมมณี (2554:221) ได้กล่าวถึง ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน ไว้ว่า หมายถึงสภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนเป็นเสมือนพิมพ์เขียวที่ต้องแสดงขั้นตอนสำคัญไว้เฉพาะเจาะจงกับผลลัพธ์ที่ต้องการ หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่ดีต้องเหมาะสมกับเนื้อหา ศักยภาพของนักเรียน และบริบทของสถานศึกษา และวัตถุประสงค์ของผู้สอนต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวความคิดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวความคิดเรียนรู้ร่วมกันที่ใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ นั้น ผู้เรียนจะต้องคิดวิเคราะห์ประเด็นปัญหา เจาะลึกของปัญหา แล้วระลึกถึงความรู้เดิมที่มีไปสัมพันธ์กับปัญหา ไปแสวงหาความรู้ใหม่มาใช้ในการแก้ปัญหา แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอาจจะมีได้หลายแนวทาง

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

ลาสลีย์ที่สอง มัชชินสกี และรอว์ลีย์ (Lasley II, Matczynski, and Rowley, 2002: 74-75) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนไว้ว่า เป็นทักษะที่ผู้สอนเสาะแสวงหาที่จะส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สอนได้กำหนดสิ่งที่คาดหวังว่านักเรียนจะได้รับอะไรจากรูปแบบการเรียนการสอนที่ตนเลือก ดังนั้น รูปแบบการเรียนการสอนจึงถูกเลือกสรรไม่เพียงแต่เพื่อช่วยให้ผู้สอนตระหนักว่า ควรใช้วิธีการสอนใหม่ๆ อย่างไร แต่เพื่อช่วยให้พวกเขาใช้เวลาที่เหมาะสมที่จะใช้แต่ละรูปแบบการเรียนการสอน เพราะสิ่งนี้จะเกี่ยวข้องไปยังผลลัพธ์ที่นักเรียนจะได้รับอย่างเฉพาะเจาะจง

มัวร์ (Moore, 2009: 29-30) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

ก. การวินิจฉัยสถานการณ์การเรียนรู้ จะต้องอาศัยการเลือกหลักสูตรการเรียนการสอนที่จะใช้ โดยยึดตามความต้องการของนักเรียน สังคม และเนื้อหาวิชานั้นๆ ในขั้นนี้จะต้องวินิจฉัยสถานการณ์เพื่อค้นหาว่าอะไรที่นักเรียนรู้แล้ว และส่วนใดที่ควรส่งเสริมสร้างความแข็งแกร่งเพิ่มเติม รวมทั้งเรื่องใดที่ควรจะสอนใหม่

ข. การวางแผนหลักสูตร จะต้องมีการวางโครงสร้างหลักสูตรที่แน่ชัดว่าจะสอนอะไรบ้างในหลักสูตรนั้น ตลอดจนกำหนดการจัดสรรเวลาที่เหมาะสมให้แก่การสอนในแต่ละหัวข้อที่กำหนดไว้ในโครงสร้างหลักสูตรดังกล่าวด้วย

ค. การวางแผนการสอน จะต้องมีการกำหนดทั้งแผนประจำหลักสูตร และแผนประจำวัน หรือกล่าวง่ายๆ คือ ระบุให้ชัดเจนว่านักเรียนควรรู้อะไร และวางแผนกิจกรรมที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่คาดหวัง ทั้งนี้ จะต้องมีการเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ขึ้นมา และเลือกกลยุทธ์การสอนที่เหมาะสม

ง. การชี้แนะกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการสอนตามแผนกิจกรรมที่วางไว้ โดยผู้สอนชี้แนะนักเรียนผ่านกิจกรรมต่างๆ ตามลำดับ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน ทฤษฎีการเรียนรู้ และเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพ

จ. ในการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องประเมินว่าต้นได้ประสบความสำเร็จในการสอนตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ โดยจะต้องประเมินผลความเชี่ยวชาญของนักเรียนในเรื่องที่สอนอย่างเฉพาะเจาะจง ผลการประเมินจะบอกให้ทราบว่าจำเป็นต้องสอนอะไรต่อไป ถ้านักเรียนมีความเชี่ยวชาญดีแล้ว ก็อาจนำไปสู่การเริ่มต้นวัฏจักรอีกครั้งในเรื่องใหม่ๆ หากนักเรียนยังมีความเชี่ยวชาญไม่เพียงพอ ก็จะนำไปสู่ขั้นตอนการติดตามต่อไป

ฉ. การสะท้อนกลับ จะช่วยสะท้อนความสำเร็จของบทเรียนนั้น ผู้สอนต้องประเมินว่าบทเรียนนั้นประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ นอกจากนี้ ผู้สอนจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด และระบุความจำเป็นที่จะต้องสอนซ้ำ และแก้ไขเปลี่ยนแปลงบทเรียนในกรณีที่จะต้องมีการสอนใหม่

ช. การติดตามผล อาจเป็นเหมือนการสรุปผลการเรียนรู้อย่างสั้นๆ หรือการขยายผลไปสู่การสอนซ้ำในกรณีที่จำเป็น ขนาดของการติดตามผลขึ้นอยู่กับสิ่งที่ค้นพบจากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการประเมินผลการเรียนรู้

เอกเกน และควาแซค (Eggen and Kauchak, 2006: 18-19) กล่าวว่าไว้ว่า รูปแบบการเรียนการสอน เป็นวิธีการเฉพาะเจาะจงสำหรับการสอนซึ่งประกอบด้วย 4 คุณลักษณะสำคัญ ดังนี้

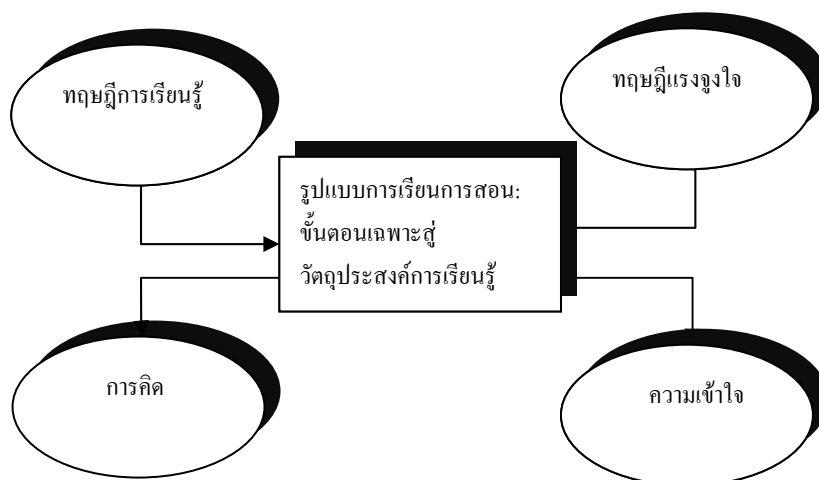
-ถูกกำหนดไว้เพื่อช่วยนักเรียนให้เสาะแสวงหาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งต่อรูปแบบเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง และเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

-รวมชั้นต่างๆ ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับช่วยนักเรียนให้บรรลุเป้าหมาย

-มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้

-สนับสนุนโดยทฤษฎีแรงจูงใจ

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะเหล่านี้แสดงไว้ในแผนภาพต่อไปนี้



กลยุทธ์ทั่วไปต่างๆ จะใช้ร่วมกันในแต่ละรูปแบบการเรียนการสอน ตัวอย่างเช่น การตั้งคำถามเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความสำเร็จของทุกรูปแบบการเรียนการสอน เช่นเดียวกับการจัดลำดับบทเรียน การวิจารณ์ และกลยุทธ์อื่นๆ

เพื่อศึกษารูปแบบการสอนอย่างใกล้ชิดยิ่งขึ้น เราสามารถเปรียบเทียบบทบาทของครูในการใช้รูปแบบนั้นกับวิศวกรได้ ในการทำโครงการใดโครงการหนึ่ง วิศวกรจะต้องเริ่มจากการกำหนดประเภทโครงสร้างที่จะก่อสร้าง เช่น ตึก สะพาน หรือถนน เป็นต้น เมื่อได้กำหนดโครงการแล้ว จะต้องมีการวาดแบบหรือทำพิมพ์เขียวที่เหมาะสม คุณลักษณะที่ปรากฏในแบบพิมพ์เขียวจะแสดงให้เห็นการทำงานที่วิศวกรจะต้องทำ และลักษณะของตึกที่จะสร้างขึ้น เช่นเดียวกับครู เมื่อต้องกำหนดรูปแบบการสอน ก็ต้องมีการระบุว่า “อะไรบ้างที่จะต้องเรียนรู้ และเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่จะบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ต่อไป ในทางเดียวกัน” รูปแบบการสอนก็เป็นสิ่งชี้ให้เห็นการกระทำที่ครูต้องทำเช่นกัน

ทิสนา แจมมณี (2554:221-222) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญ ๆ ของรูปแบบการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

ก. มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการศึกษานั้น ๆ

ข. มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

ค. มีการจัดระบบ คือมีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียน ไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

ง. มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

รูปแบบการเรียนการสอนจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ สามารถทำนายผลได้ และมีศักยภาพในการสร้างความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน สรุปได้ว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนที่ดีนั้น ผู้สอนจะต้องแสวงหาที่จะส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนตามลำดับ ดังนี้ วิเคราะห์ปัญหาของผู้เรียน วิเคราะห์หลักสูตร กำหนดเนื้อหา วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และการสะท้อนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ควรจะมีแนวคิดพื้นฐานมาจากแนวคิด หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า มีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบมี 4 ขั้น ได้แก่ 1) กระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญปัญหาที่ท้าทาย 2) ลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้ 3) ร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่คิดกลุ่ม และ 4) นำไปประยุกต์

การพัฒนาปรับเปลี่ยนการเรียนการสอน

กันเทอร์ เอสเตส และมินทซ์ (Gunter Estes and Mintz, 2007: 70-82) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาปรับเปลี่ยนการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

ก. ทบทวนเครื่องมือการเรียนการสอนที่เคยเรียนมาแล้ว ในรูปแบบการเรียนการสอนทางตรง นักเรียนต้องเข้าใจอย่างถ่องแท้ว่าพวกเขาจะต้องเรียนรู้อะไร มีขั้นตอนกระบวนการในการติดตามการเรียนการสอนอย่างไร และการเรียนรู้ใหม่ๆ เชื่อมโยงกับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วอย่างไร ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องพัฒนากลยุทธ์ที่จำเป็นในการจัดการเรียนการสอนทางตรง เช่น การจัดให้มีการทบทวนสั้นๆ ถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วก่อนที่จะเริ่มสอนเรื่องใหม่ๆ การตรวจการบ้านที่เป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้วก่อนเริ่มสอนเรื่องใหม่ๆ การทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดทักษะและองค์ความรู้ที่นักเรียนมีมาเบื้องต้นแล้ว เป็นต้น

ข. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ควรมีการกำหนดไว้อย่างชัดเจน โดยเขียนไว้บนกระดานในภาษาที่นักเรียนทุกคนสามารถเข้าใจได้ ทั้งนี้ การกำหนดวัตถุประสงค์อย่างชัดเจนก็เพื่อแจ้งให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจนว่า จุดประสงค์ของการเรียนการสอนคืออะไร และผลลัพธ์ที่คาดหวังว่านักเรียนจะได้รับคืออะไร

ค. **นำเสนออุปกรณ์การเรียนการสอนใหม่ๆ** ถึงแม้ว่าการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ หรือการนำเสนอข้อมูลใหม่ๆ จะเป็นสิ่งจำเป็น ความสามารถของผู้สอนในการวิเคราะห์และวางแผนเนื้อหาการเรียนการสอนก็เป็นสิ่งที่จำเป็นในขั้นตอนนี้เช่นกัน ทั้งนี้ ผู้สอนต้องไม่เพียงแต่รู้เนื้อหาหรือกระบวนการเรียนการสอนเท่านั้น แต่ต้องสามารถถ่ายทอดและสอนแก่นักเรียนได้ ซึ่งหมายความว่าผู้สอนจะต้องรู้วิธีการที่ดีที่สุดในการสื่อสาร แสดง และสอนเนื้อหาการเรียนรู้อื่นๆ รูปแบบการเรียนการสอนเป็นตัวอย่างหนึ่งของความรู้ทั่วไปด้านการสอน (General Pedagogical Knowledge) ผู้สอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องใช้เวลาในการเตรียมการเรียนการสอนเพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนที่จำเป็นในการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ และลำดับที่เหมาะสมของการปฏิบัติตามขั้นตอนเหล่านั้น กล่าวโดยสรุปว่า ผู้สอนจะต้องรู้วิธีการที่เหมาะสมในการนำเสนอความรู้ใหม่ๆ เลือกใช้อุปกรณ์การเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อกลุ่มนักเรียน รวมทั้งนำเสนอความรู้ใหม่ๆ อย่างชัดเจนเข้าใจได้ง่าย เป็นต้น

ง. **ชี้แนะการทำแบบฝึกหัด ประเมินประสิทธิผล และการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแก้ไข** แบบฝึกหัดเป็นส่วนที่สำคัญของการเรียนการสอนทางตรง การนำเสนอตามวัตถุประสงค์การเรียนการสอนเป็นเพียงขั้นตอนเล็กๆ เมื่อเทียบกับโอกาสที่นักเรียนจะนำความรู้ไปฝึกปฏิบัติต่อยอด ผู้สอนควรตั้งคำถามปลายเปิดให้นักเรียนตอบ โดยผู้สอนคอยช่วยชี้แนะแนวทางตอบคำถาม ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินประสิทธิผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ และจากนั้น ผู้สอนจะต้องให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแก้ไขแก่นักเรียนเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาต่อไป

จ. **มอบหมายแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล ประเมินประสิทธิผล และให้คำวิจารณ์เพื่อแก้ไข** แบบฝึกหัดรายบุคคลจะช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามนักเรียนในการฝึกหัดทักษะใหม่ๆ โดยตัวเอง หรือในกลุ่มเล็กๆ ได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะมอบหมายแบบฝึกหัดรายบุคคลให้นักเรียน ผู้สอนจะต้องมีเวลาพอสมควรที่ใช้ในการชี้แนะการทำแบบฝึกหัด เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีความพร้อมที่จะทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง นอกจากนี้ ในแบบฝึกหัดควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถตรวจคำตอบได้ด้วยตนเอง เช่น การใส่คำตอบไว้ด้านหลังของตำราเรียน เป็นต้น

ฉ. **ทบทวนเป็นครั้งคราว และให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแก้ไขเมื่อจำเป็น** การทบทวนวัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่มีอยู่เป็นครั้งคราวควรถูกกำหนดไว้ในการวางแผนการสอน การเรียนซ้ำแล้วซ้ำเล่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยพัฒนาทักษะใหม่ๆ ให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อทักษะเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาทักษะใหม่ๆ ต่อไป การทบทวนการเรียนรู้อื่นๆ จะทำให้ผู้สอนทราบว่าควรสอนเรื่องใดซ้ำอีก หรือไม่ ซึ่งจะช่วยในการพัฒนาทักษะของผู้เรียน

ลาสลีย์ที่สอง มัชชินสกี และรอว์ลี (Lasley II, Matczynski, and Rowley, 2002: 27-28) ได้กล่าวถึง จุดเน้นในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยเน้นในเรื่องวัฒนธรรมห้องเรียน และพฤติกรรมที่ผู้สอนแสดงในการร่วมกิจกรรมกับเด็กๆ โดยมีข้อสังเกตว่า ถ้าครูแสวงหาและใช้ รายการรูปแบบการเรียนการสอนที่กว้างขึ้น ปัญหาต่างๆ ที่โรงเรียนประสบจะลดน้อยลง เพราะ นักเรียนจะร่วมมือร่วมแรงอย่างขยันขันแข็งยิ่งขึ้นในสภาพความเป็นจริงทางวัฒนธรรมของโรงเรียน แนวคิดนี้มุ่งเน้นไปที่เรื่องการแสวงหาข้อมูล และการประยุกต์ใช้ทักษะและรูปแบบการสอนที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนก้าวหน้า และเป็นไปตามขนบธรรมเนียมที่สอดคล้องกับกลุ่มผู้เรียนที่หลากหลาย ทั้งนี้ ผู้สอนจะต้องเข้าใจว่ากลุ่มนักเรียนที่แตกต่างเรียนรู้ที่จะใช้ความชาญฉลาดที่แตกต่างกันอย่างไร เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของสังคม ทำอย่างไรจะกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ สิ่งส่วนใหญ่ที่ นักเรียนเผชิญอยู่ในสังคมส่งผลต่อความคิดและผู้อื่นๆ อย่างไร การใช้การเรียนการสอนทางเลือก จะช่วยให้ให้นักเรียนแสวงหาและประยุกต์ใช้ทักษะการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ได้อย่างไร นักเรียนที่แตกต่างจากนักเรียนอื่นๆ มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการเรียนรู้ได้ง่าย เนื่องจากเผชิญสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างไร และนักเรียนจะเปลี่ยนแปลงในเรื่องความกระตือรือร้น ที่จะเรียนรู้ การแสวงหาข้อมูล รวมทั้งการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิชาการและทักษะทางสังคม เมื่อมีการพัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอนได้อย่างไร

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สรุปได้ว่า ผู้สอน จะต้องแสวงหาความรู้ เครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนเทคนิคการสอนใหม่ ๆ เพื่อเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการสอน ครูควรใช้การสอนทางเลือกเพื่อให้ผู้เรียนได้แสวงหา ประยุกต์ใช้ทักษะ การคิด และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายตามศักยภาพและความสนใจของตนเอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning)

งานวิจัยในประเทศ

วาสนา กิมเท็ง (2553:115-116) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 36 คน ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ กิจกรรม การเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเชื่อมโยงปัญหาและการนำเสนอปัญหา 2) ทำความ เข้าใจกับปัญหา 3) ดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ชั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ชั้นสรุปและประเมินค่า ของคำตอบ พบว่า

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ 1) การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อจำแนกเป็นรายด้านพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ 1) ด้านความเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ 2) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 3) ด้านความตั้งใจ 4) ด้านการกล้าคิดริเริ่ม 5) ด้านความเพียรพยายาม 6) ด้านการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และ 7) ด้านการมีเหตุผล หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรีชากร ภาชนะ (2553 :75-79) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดและสร้างคามมั่นใจในตนเองในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 6 ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็นปัญหาการค้นคว้าแบบรูป จำนวน 2 ปัญหา ได้แก่ การหาผลบวกจำนวนคี่และมีอะไรอยู่ท่าไหร่ / ปัญหาการคิดย้อนกลับจำนวน 2 ปัญหา ได้แก่ แบ่งที่ดินปลูกผักและแทนแกรม /

1. ผลการประเมินผลงานของนักเรียนจากการแก้ปัญหาทั้ง 6 ปัญหาทั้งจากการจัดกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมรายบุคคล โดยนักเรียนเฉลี่ยร้อยละ 90 ผ่านเกณฑ์การประเมิน โดยผลการประเมินได้คะแนนระดับ 3 ซึ่งเป็นคะแนนเต็มของการประเมินผลงานของนักเรียน

2. วิธีการแก้ปัญหาจากการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหา จำนวน 6 ปัญหา สรุปได้ดังนี้ วิธีการลองผิดลองถูกซึ่งเป็นวิธีการที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยวิธีการแรกก่อนจะพัฒนาไปสู่วิธีการอื่น ๆ ทั้งวิธีการค้นหารูปแบบ การสร้างโมเดลคณิตศาสตร์ วิธีการใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์ วิธีการทดลอง วิธีการทำให้พื้นที่แต่ละส่วนเท่ากัน วิธีการคิดแบบย้อนกลับ และวิธีการแจกแจงกรณี ความสำเร็จในการแก้ปัญหานำไปสู่การพัฒนาหรือขยายปัญหาไปสู่ปัญหาใหม่ ๆ หรือเกิดข้อคาดการณ์ใหม่ ๆ เชื่อมโยงความคิดไปสู่สาระคณิตศาสตร์อื่น ๆ

3. การเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์การเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์จากการวิจัยพบว่านักเรียนเชื่อมโยงสมบัติการดำเนินการของจำนวนในการแก้ปัญหา ผลบวกจำนวนเต็ม การวัดขนาดพื้นที่และวัดความยาว สมบัติรูปเรขาคณิตเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาค้นหาแบบรูป ปัญหาแทนแกรม ปัญหาแบ่งที่ดินปลูกผักและปัญหาการเรียงแผ่นไม้ และเชื่อมโยงทศนิยมกับการแก้ปัญหาไปจ่ายตลาด

4. พฤติกรรมการเรียนรู้ จากการสังเกตพฤติกรรมพบว่า ระหว่างแก้ปัญหานั้นนักเรียนมีความสุขสนุกสนานกับการได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง การตอบสนองต่อกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนลงมือทำด้วยตนเองซึ่งทุกคนไม่มีเวลาว่างหรือไม่ทำกิจกรรม พฤติกรรมการแก้ปัญหา นักเรียนอ่านและพิจารณาปัญหา ลงมือทำกิจกรรมด้วยความอดทน พิจารณาหาข้อมูลจากเงื่อนไขของปัญหา และรวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา และสุดท้ายการประเมินตรวจสอบวิธีการด้วยตนเอง นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้กลายเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่ดีและเป็นผู้สร้างแรงคลใจการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ยรวัดณ์ คล้ายมงคล (2545 : 115) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนากระบวนการเรียนการสอน โดยประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ การเตรียมปัญหา การสร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา การสร้างกรอบการศึกษา ศึกษา ค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา การสร้างผลงาน และประเมินผลการเรียนรู้ ผลการศึกษา

ราตรี เกตบุตรตา (2546 : 100) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในต่างประเทศ

เอลเซฟเฟ (Elshafei, 1998 : Online) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีใช้ปัญหาเป็นฐานกับวิธีการเรียนปกติในวิชาพีชคณิต 2 โดยทำการวิจัยแบบกึ่งทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนปกติ 8 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากการที่นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

แมคคาร์ธี (McCarthy, 2001 : Online) ได้ศึกษาการสอนโดยใช้การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยมโดยทดลองกับนักเรียนเกรด 2 และใช้กลุ่มเล็ก ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที มีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วของนักเรียนและวิเคราะห์ว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึกวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่นักเรียนมีความรู้ก่อนแล้ว และความเข้าใจ ความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

อับดุลลาห์ ตามิซี และอาบู (Abdullah, Tarmizi, and Abu, 2010 : 370-376) ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อหาผลลัพธ์ของการใช้วิธีการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ในฐานะยุทวิธีทางเลือกสำหรับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศมาเลเซีย การวิจัยนี้ใช้เครื่องมือการวิจัยซึ่งประกอบด้วย ใบงานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การทดสอบหลังเรียน การจัดระดับศักยภาพทางจิต Paas แบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติในการทำงานเป็นกลุ่ม และกระบวนการประเมินผลการเรียนรู้แบบ Polya ทั้งนี้ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่นักเรียนในด้านการทำงานเป็นกลุ่ม การแก้โจทย์

โคติกและซุลเจน (Cotic and Zuljan, 2009 : 297-310) ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนอายุ 9 ขวบในประเทศสโลเวเนีย จำนวน 179 คน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ยากๆ มากกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ ทั้งนี้โคติกและซุลเจนเริ่มการวิจัยจากสมมติฐานที่ว่า นักเรียนสโลเวเนียส่วนใหญ่จะทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ในส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหาได้ต่ำกว่านักเรียนจากประเทศอื่นๆ ทั้งที่มีทักษะการคิดคำนวณอยู่ในเกณฑ์ดี ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นอีกด้วยว่ากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่าโจทย์ปัญหาที่ยากจะต้องสามารถถูกแก้เพื่อหาคำตอบได้

คลากบริด และเฟรเซอร์ (Clarke, Breed, and Fraser, 2004 : 7-16) ได้ทำการศึกษา นักเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 182 คนในโรงเรียนมัธยมปลายแห่งหนึ่งในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยการประเมินผลจากแบบสอบถามที่จัดทำขึ้น และผลการสอบวัดผล SAT ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนรู้ผ่านระบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่เรียกว่า Interactive Mathematics Program หรือ IMP มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนในชั้นเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ การวิจัยนี้ช่วยสนับสนุนความคิดที่ว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีประโยชน์กับนักเรียนในทุกระดับชั้นการศึกษาตั้งแต่ประถมศึกษาจนถึงเตรียมอุดมศึกษา

แทน (Tan, 2003) ได้ทำการวิจัยกับข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนในประเทศสิงคโปร์ พบว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีทักษะในการเชื่อมโยงข้อมูลจากความรู้และประสบการณ์ที่มีมาในอดีต ข้อเท็จจริงและแนวคิดใหม่ๆ ในปัจจุบัน ความคิดเห็นของบุคคลอื่น และบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ได้อย่างดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องใช้ทักษะการเชื่อมโยงเหล่านี้มาประยุกต์จึงจะสามารถหาคำตอบได้

เดอรี่และคณะ (Derry et al., 2000) ได้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยวชิชคอนซิน-เมดิซัน เพื่อศึกษาทักษะที่จะให้เหตุผลในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสถิติ ทั้งนี้ โดยประเมินผลจากกระบวนการสัมภาษณ์ก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาสถิติโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่ให้นักเรียนทำงานกลุ่มย่อยร่วมกันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่จำลองขึ้นจากเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีผู้ช่วยแนะนำ (Tutor) ในการจัดการเรียนการสอนและให้คำแนะนำที่เหมาะสม ผลการสัมภาษณ์หลังดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning)

งานวิจัยในประเทศ

เนาวนิตย์ สงคราม (2550 : 157-159) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการสร้างความรู้ด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติ และการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับบุคลากรในสถาบันอุดมศึกษา : กรณีศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า รูปแบบการสร้างความรู้ด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติและการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมความพร้อมสำหรับบุคลากร 2) การกำหนดประเด็นปัญหา 3) การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์และความคิดเห็น 4) การสร้างความรู้ และการพิจารณาความถูกต้องของความรู้ 5) การสร้างผลงานที่เป็นนวัตกรรม 6) การตรวจสอบความก้าวหน้าของผลงาน ที่เป็นนวัตกรรม 7) การทดลองใช้ผลงานที่เป็นนวัตกรรม และ 8) การประเมินผลและการสรุปผล และผลการทดลองใช้รูปแบบพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยค่านิยมการสร้างความรู้หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาริพันธ์ สุภวรรณ (2545 : 225-226) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของเด็กเร่ร่อน พบว่า เด็กเร่ร่อนมี คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการใช้โปรแกรมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนความสามารถหลังการใช้โปรแกรมของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเข้าโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนพฤติกรรม การเรียนรู้แบบร่วมกันของกลุ่มทดลอง หลังการใช้โปรแกรมสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมทดลอง

ศิวินิต อรรถวุฒิกุล (2551 : 241-242) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้อย่างร่วมมือตามแนวคิดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อสร้างพฤติกรรมการสร้างความรู้ของนิสิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พบว่า ขั้นตอนของกระบวนการที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นแนะนำแนวทางสร้างกลุ่มสัมพันธ์ 2) ขั้นกำหนดความรู้ นำไปสู่เป้าหมาย 3) ขั้นสืบเสาะแสวงหา เพื่อพัฒนาผลงาน 4) ขั้นพบปะแลกเปลี่ยนเพื่อนเรียนเพื่อนรู้ 5) ขั้นสร้างสรรค์ เผยแพร่ ร่วมกันแก้ปรับ และ 6) ขั้นประเมินผลงาน ผลงานความคิด และนิสิตกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการสร้างความรู้หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินผลงานของกลุ่มตัวอย่างพบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของผลงานที่กลุ่มตัวอย่างพัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดี

งานวิจัยในต่างประเทศ

โจฮันนิง (Johanning, 2000 : 151 – 160) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้น โดยส่งเสริมให้นักเรียนอ่านเขียนอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์โดยให้ความสำคัญกับการเขียนที่จะช่วยให้นักเรียนคิดไปพร้อม ๆ กัน โดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียนเป็นการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่า มีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน การดำเนินการโดยใช้การเขียนและการทำงานกลุ่มทดลองเป็นเวลา 1 ปี มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยภาพถ่ายการมีส่วนร่วมและการอภิปรายกลุ่ม การสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษ และถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อน ๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

พุกเกตต์ และคณะ (Puckett et al., 2011 : 68-84) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพการ

ผ่านระบบ Podcast คณะผู้วิจัยใช้วิธีการประเมินโดยพิจารณาจากคะแนนทักษะคณิตศาสตร์ในการ

คีรีคีส และคณะ (Kerekes et al., 2009) ได้เขียนบทความเกี่ยวกับแนวปฏิบัติและตัวอย่างสำหรับครูประจำชั้นเรียนที่จะสอนการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีการที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วม และฝึกแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ตัวอย่างที่ชัดเจนคือการทดลองที่ Maryann ซึ่งเป็นหนึ่งในทีมผู้วิจัย และเป็นครูระดับประถมศึกษา โดยเธอได้แบ่งนักเรียนในชั้นเรียนออกเป็นกลุ่มๆ และสอนให้แต่ละกลุ่มวัดห้อง โถงทางเดิน หน้าห้องเรียน ทั้งนี้ โดยผล

อีวานส์ และคณะ (Evans et al., 2011) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษากลยุทธ์การสื่อสารของ

เฉิน และคณะ (Chen et al., 2012) ได้ทดลองใช้กระบวนการเรียนรู้เลขคณิตที่น่าสนใจ

ซึ่งประยุกต์จากเกมสปริศนาคำไขว้ เพื่อเรียนรู้การแก้ไขปัญหาเลขคณิต 2) การให้นักเรียนแต่ละคน

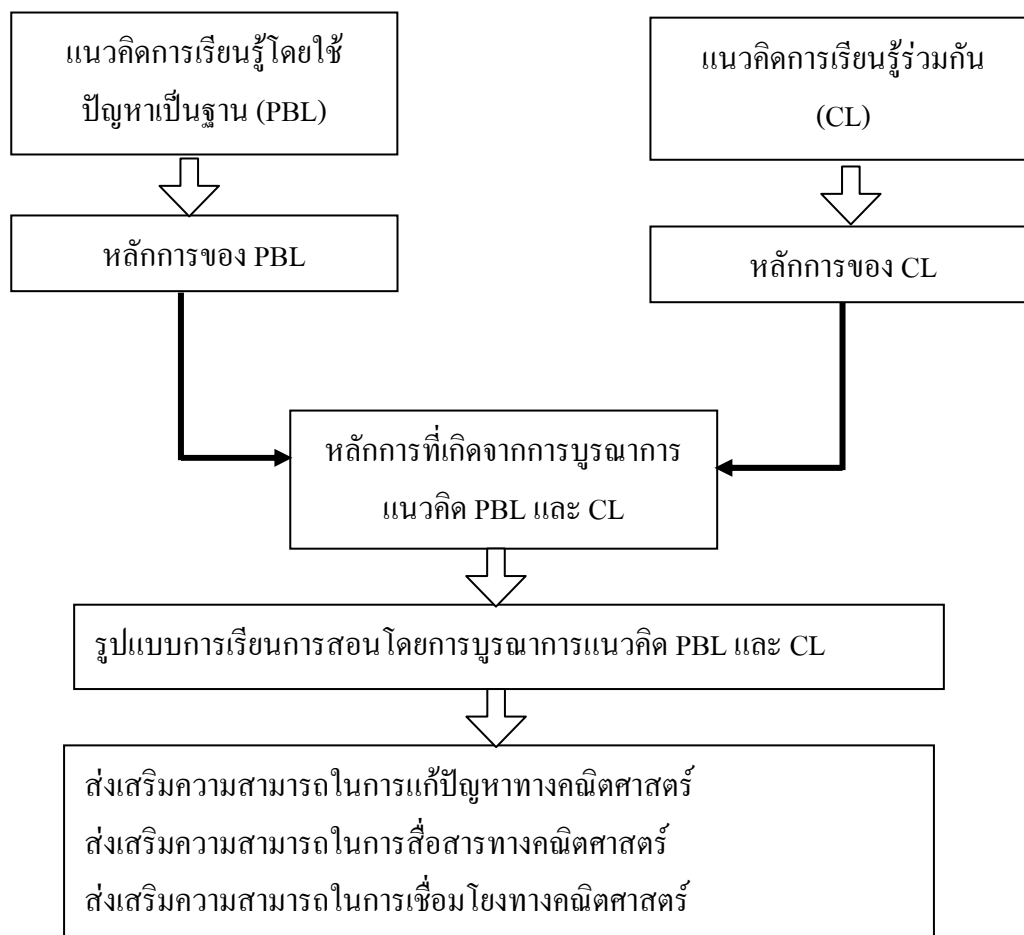
ชไนเดอร์(Snyder, 2006) ได้ทำการวิจัยกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้น ม.2 (เกรด 8) ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการเรียนรู้ร่วมกัน (CL) ข้อมูลที่ได้จากผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ร่วมกัน (CL) ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการสื่อสารทั้งทางการพูดและการเขียน คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ ยังพบด้วยว่านักเรียนจำนวนมากมีความสุขที่ได้มีโอกาสทำงานกลุ่ม และช่วยเหลือเอื้อเฟื้อต่อกันในการทำงาน

คาร์แลน รูบิน และมอร์แกน (Carlan, Rubin, and Morgan, 2005) ได้ทำการวิจัยกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 และอาจารย์ที่ทำการเรียนการสอนแบบเรียนรู้ร่วมกัน (CL) ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ การวิจัยนี้อยู่บนพื้นฐานทฤษฎีการพึ่งพากันทางสังคม การพัฒนาระดับการรู้คิด และการเรียนรู้เชิงพฤติกรรม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลง 4 ประการในพฤติกรรมของนักเรียน ได้แก่ (1) นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มากขึ้น (2) นักเรียนมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงจากการแข่งขันสู่การร่วมมือกัน (3) นักเรียนค้นพบวิธีการที่ถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น และ (4) นักเรียนเปลี่ยนการสื่อสารเป็นสองภาษาร่วมกันคือภาษาสเปน และภาษาอังกฤษเพื่อให้แน่ใจว่าทุกคนในกลุ่มมีความเข้าใจตรงกัน ในส่วนของอาจารย์ที่สอนพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมเกิดขึ้น 2 ประการ คือ (1) อาจารย์เปลี่ยนวิธีการจัดห้องเรียนจากเป็นแถว สู่เป็นกลุ่ม และ (2) อาจารย์ตระหนักทราบถึงทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

กู๊ดและคณะ (Good et al., 1989) ได้สำรวจความเห็นอาจารย์จำนวน 1,500 คน และสังเกตการณ์ชั้นเรียนที่มีการเรียนการสอนแบบเรียนรู้ร่วมกันจำนวน 60 ชั้นเรียน โดยพบว่านักเรียนในชั้นเรียนลักษณะนี้มีการพูดคุยกันเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนในชั้นเรียนปกติ นอกจากนั้น พวกเขายังมีลักษณะคิดเชื่อมโยงในการประยุกต์ใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ต่างๆ และพยากรณ์ผลคำตอบล่วงหน้ามากกว่านักเรียนในชั้นเรียนปกติ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังแผนภาพ

กรอบแนวคิดในการวิจัย (Research Conceptual Framework)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้ เป็นการวิจัยและการพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

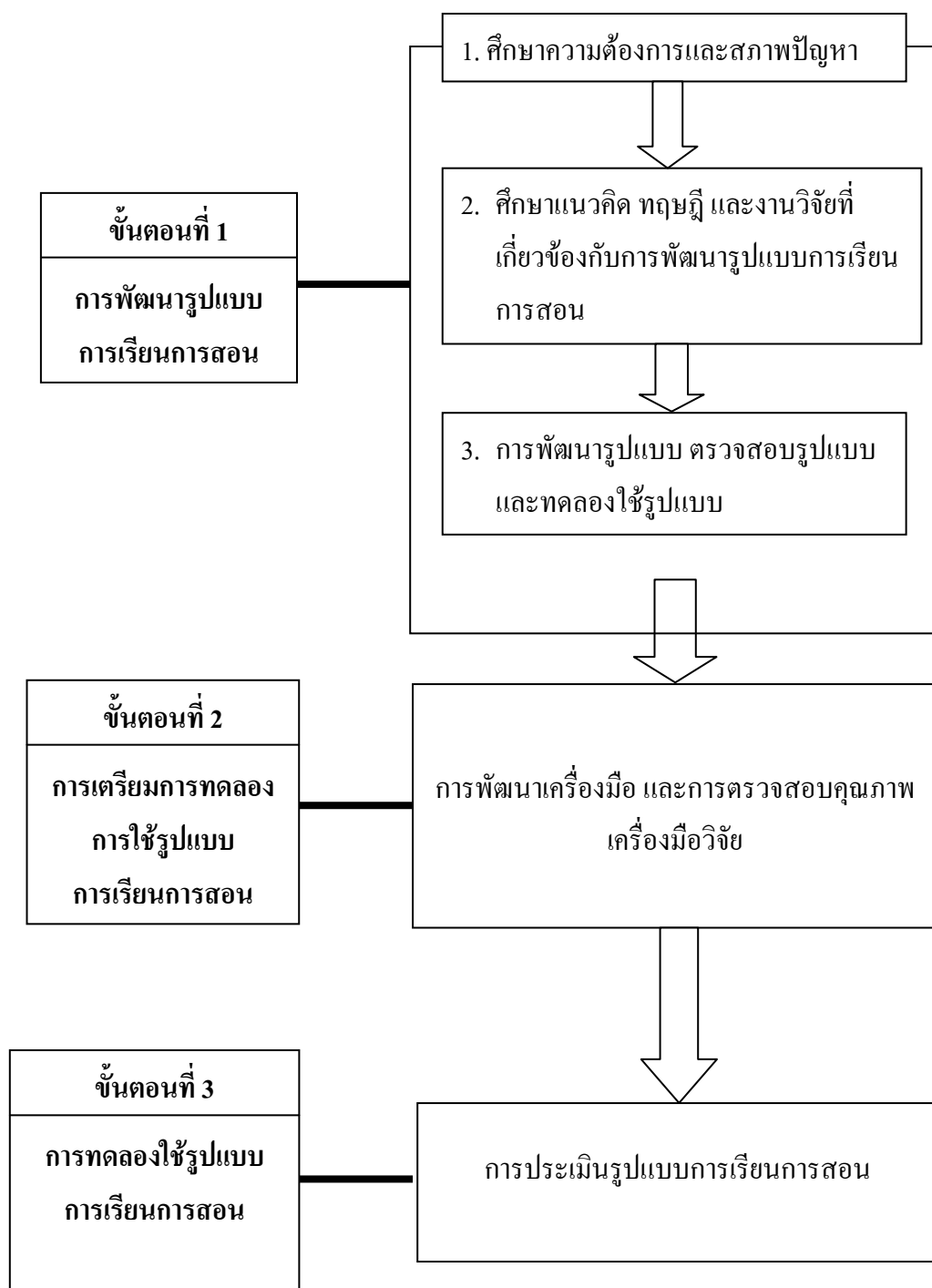
- 1 การศึกษาความต้องการและสภาพปัญหา
- 2 การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

3 ขั้นการพัฒนารูปแบบ ตรวจสอบรูปแบบและทดลองใช้รูปแบบ

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมการทดลองการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของการวิจัย

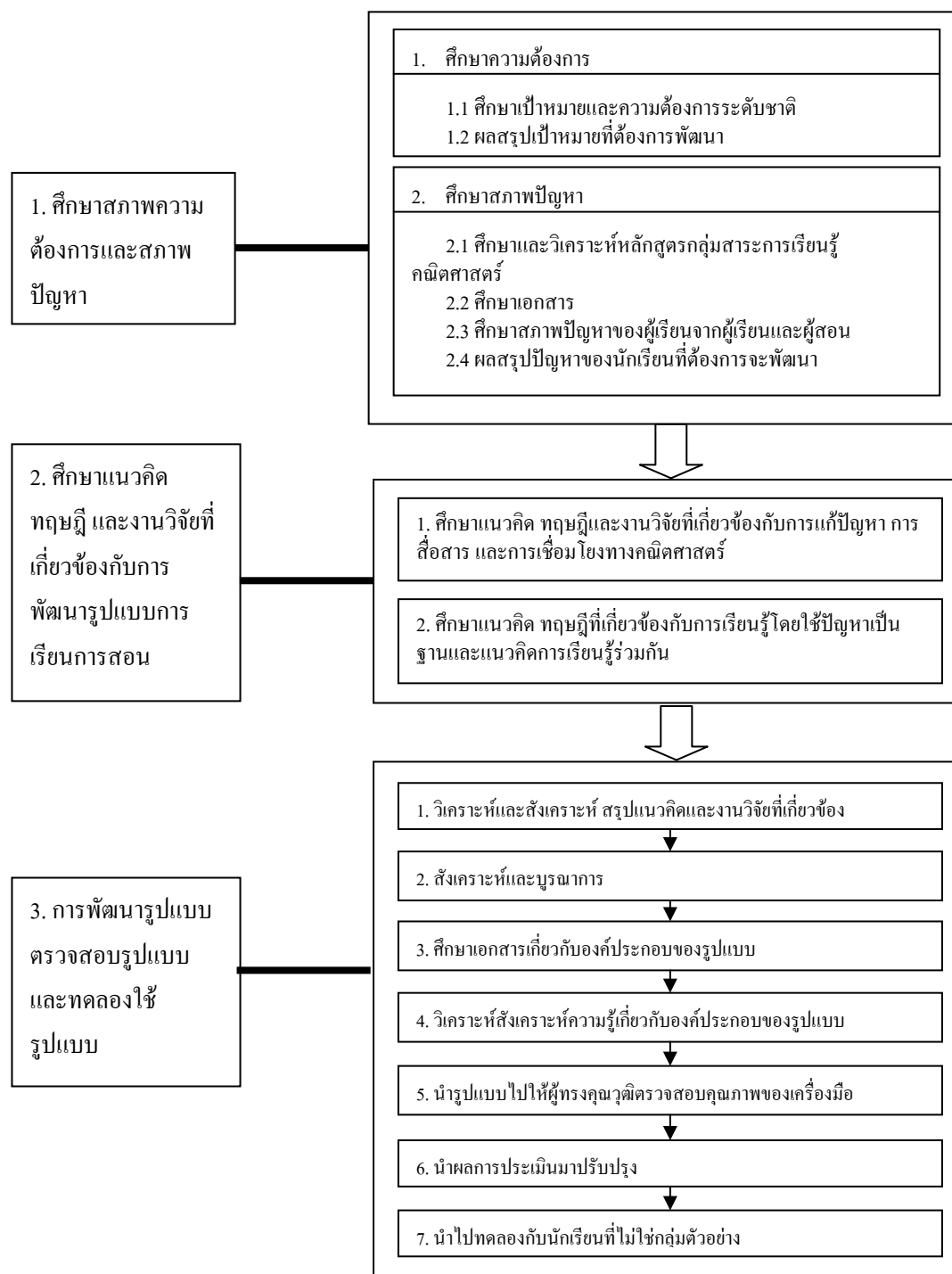
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองการใช้รูปแบบเพื่อประเมินคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนและแผนการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้ ดังแผนภาพ



ภาพที่ 2 สรุปขั้นตอนและแผนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน



ภาพที่ 3 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาการดำเนินการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งสรุปขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

1. การศึกษาความต้องการและสภาพปัญหา

การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 การศึกษาความต้องการ

1) ศึกษาเป้าหมายและความต้องการระดับชาติ

2) ผลสรุปเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา

1) ศึกษาเป้าหมายและความต้องการระดับชาติ

ศึกษาเป้าหมายและความต้องการพัฒนาคุณภาพคนจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2550 - 2554 สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ ประจำประเทศไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อนำมาวิเคราะห์ความต้องการและกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2) ผลสรุปเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา

สรุปผลเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพคนด้านการศึกษาซึ่งให้ความสำคัญและต้องการส่งเสริมพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการเรียนเนื้อหา

1.2 การศึกษาสภาพปัญหา

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในส่วนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสภาพปัญหา

3) ศึกษาสภาพปัญหาของผู้เรียนจากผู้เรียนและผู้สอน

4) ผลสรุปปัญหาของนักเรียนที่ต้องการจะพัฒนา

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวชี้วัดผลการเรียนรู้ คุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตร เพื่อเป้าหมายและใช้เป็นแนวทางของการศึกษาความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนสู่คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด

2. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสภาพปัญหา

ศึกษาสภาพปัญหา การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้มาจากการศึกษาเอกสาร ดังนี้

2.1 ศึกษาผลการสอบแข่งขันระดับนานาชาติ PISA 2006 เพื่อวิเคราะห์ปัญหาด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามรายสมรรถนะ

2.2 ศึกษาผลการสอบระดับชาติ O – NET ปีการศึกษา 2551 ในรายสมรรถนะตามมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.3 ศึกษาผลการสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา สุราษฎร์ธานี เขต 2 O – NET ปีการศึกษา 2551 ในรายสมรรถนะตามมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

2.4 สรุปผลจากการศึกษาเอกสารได้ว่า ผู้เรียนมีปัญหาในด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ด้านทักษะการแก้ปัญหาที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เฉพาะในบริบทที่คุ้นเคย ชัดเจน และตรงไปตรงมา เกี่ยวกับการแก้ปัญหาของจำนวนและการดำเนินการ นักเรียนมีความรู้ความสามารถในการตีความ แปลความหมาย เพื่อสื่อสารได้เฉพาะสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อน นำเสนออย่างง่ายขั้นเดียวโดยตรงไปตรงมา แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานไปอธิบายความรู้ใหม่ที่รับเข้ามาทั้งภายในวิชาคณิตศาสตร์ วิชาอื่น ๆ และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงจากการแปลความหมายเพื่อสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3. ศึกษาสภาพปัญหาของผู้เรียนจากผู้เรียนและผู้สอน

3.1 ศึกษาสภาพปัญหาของผู้เรียน โดยการทดสอบวัดทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552 ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุราษฎร์ธานี เขต 2 จำนวน 30 คน แล้วสัมภาษณ์เพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม

3.2 ศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนจากผู้สอน โดยการใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนด้านทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 จำนวน 30 คน แล้วสัมภาษณ์เพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม

3.3 ผลการศึกษาสรุปสภาพปัญหาของผู้เรียน ที่พบจากผู้เรียนและผู้สอนด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอ่านโจทย์และวิเคราะห์โจทย์ได้ ขาดความรู้และทักษะการคิดเกี่ยวกับวิธีการในการคำนวณเพื่อหาคำตอบ ไม่สามารถดำเนินการคิดคำนวณได้ และไม่สามารถคิดย้อนกลับจากคำตอบไปหาโจทย์ได้ ด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่พบคือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนและพูดเกี่ยวกับการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์

4. ผลสรุปปัญหาของนักเรียนที่ต้องการจะพัฒนา

จากการศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนจากเอกสารและการสำรวจในสภาพจริง โดยการทดสอบและสัมภาษณ์นักเรียน สอบถามและสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับปัญหาของนักเรียนพบว่า มีปัญหาที่สอดคล้องกัน คือ นักเรียนไม่มีความสามารถในการแก้ปัญห การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2 การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญห การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้ร่วมกัน

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญห การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญห การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของทักษะการแก้ปัญห การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่นำไปสู่การสร้างความเข้าใจในลักษณะของปัญหาที่ชัดเจน และเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดและทฤษฎีที่สามารถส่งเสริมทักษะทั้ง 3 ด้าน

ตารางที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในด้านการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
<p>ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกถึงการนำความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ ดังนี้</p> <p>1) ทำความเข้าใจโจทย์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ - ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ <p>2) วางแผนการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุวิธีคิด - ดำเนินการตามวิธีคิดที่สัมพันธ์กับโจทย์ <p>3) ดำเนินการตามแผน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน - ดำเนินการหาคำตอบที่ถูกต้อง วิธีการแก้ปัญหาอาจมีหลายวิธี <p>4) ตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุความสมเหตุสมผลของคำตอบ - ระบุวิธีคิดในการแก้ปัญหาและระบุคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาหลักการและสูตรทางคณิตศาสตร์ นักเรียนร่วมกันสรุป ทำความเข้าใจ สิ่งที่เรียนรู้ไป 2. นักเรียนสังเกต วิเคราะห์ และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของข้อความและส่วนของรูปภาพ 3. นักเรียนร่วมกันศึกษาวิเคราะห์เพื่อสรุปประเด็นปัญหาหลักและประเด็นปัญหาย่อย และเงื่อนไขของปัญหา ที่นำไปสู่กระบวนการหาคำตอบ 4. นักเรียนวิเคราะห์เพื่อกำหนดประเด็นคำถามที่รู้คำตอบแล้ว และประเด็นคำถามที่ต้องไปแสวงหาข้อมูลความรู้และเรียนรู้ข้อมูลเพิ่มเติม 5. นักเรียนวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวคิดว่าจะแก้ปัญหานั้นได้อย่างไร อาจจะแสดงออกด้วยการเขียนบรรยายจากความเข้าใจตามลำดับขั้นตอน มีประโยชน์สัญลักษณ์หรือรูปภาพ หรือแผนภูมิ หรือสูตร แทนความเข้าใจนั้น 6. นักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหตามแนวคิดเพื่อเรียนรู้ร่วมกันทำงานให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง อาจจะมีหลายวิธี จากหลายกลุ่มหลายสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ศึกษา 7. นักเรียนต้องตรวจสอบคำตอบ เพื่อย้อนกลับไปสู่จุดเริ่มต้นว่าสมเหตุสมผลและถูกต้องเป็นจริง

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
<p>ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์</p> <p>หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกถึงการถ่ายทอด ความรู้ ความเข้าใจ โดยผ่านการพูด เขียน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - สื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ - สื่อความหมายโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น นิยาม สมบัติ สูตร - นำเสนอวิธีการอย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีสถานการณ์ปัญหาที่คลุมเครือ หรือไม่ชัดเจน ชวนให้สงสัย จึงต้องมีการปรึกษาหารือ โดยการสื่อสารแนวคิด และวิธีการในการแก้ปัญหา 2. มีการจัดกลุ่มผู้เรียนแบบคละความสามารถ โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ จะได้เด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่ชัดเจนนั้นจะทำให้มีแนวคิด วิธีการในการแก้ปัญหาที่แตกต่าง มีการสงสัยจึงต้องพูด ถาม สมาชิกภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ก็จะเกิดการสื่อสาร โดยธรรมชาติ และทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นในระหว่างเรียน 3. ประเด็นปัญหาที่นักเรียนมีความคิดเห็นขัดแย้งกันจะมีการอธิบายเหตุผล เพื่อคลี่คลายประเด็นปัญหานั้น 4. นักเรียนนำเสนอชิ้นงานเป็นการสื่อสารแนวคิด เพื่อสื่อวิธีการในการแก้ปัญหา ด้วยการเขียน การพูด ที่สามารถทำให้สมาชิกภายในชั้นเรียนเข้าใจ แนวทางการแก้ปัญหา 5. ครูและนักเรียนสรุปแนวทางการแก้ปัญหา ร่วมกันด้วยการเปิดโอกาสให้สมาชิกได้แสดงความคิดเห็นสะท้อนคิด เป็นการปฏิสัมพันธ์เชิงบวก จะได้รับการยอมรับจากกลุ่ม และสรุปแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อเป็นมติของกลุ่ม

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
<p>ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแสดงออกถึงการนำความรู้ทั้งเนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 2 หัวข้อ ที่ไปสัมพันธ์กับความรู้ และกระบวนการ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เช่น นิยาม สมบัติ สูตร หรือที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับโจทย์เพื่อได้ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ โดยอาศัยความสัมพันธ์กับโจทย์ 2. จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ จะต้อง มีประเด็นปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้เดิมที่มีในการหาคำตอบได้ จึงต้องมีการสัมพันธ์ความรู้กับสถานการณ์ปัญหา 3. นักเรียนต้องมีการแสวงหาความรู้หรือหลักการใหม่ จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น

2.2 ศึกษาแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้ร่วมกัน

ศึกษาแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้ร่วมกันที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสังเคราะห์ และกำหนดแนวทางที่เป็นลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามหลักการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน

ลักษณะสำคัญของแนวคิด PBL และ CL	ลักษณะสำคัญในการจัดการเรียนการสอน
<p>แนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)</p> <p>ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายและหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ที่กระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ปัญหา แสวงหาความรู้หรือวิธีการที่เกี่ยวข้องด้วยมุมมองที่หลากหลายเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างกระตือรือร้น ด้วยการนำตนเอง ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ที่มีอยู่ไปสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา หรือแสวงหาความรู้ที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายมาใช้ในการแก้ปัญหา ร่วมกับกลุ่มเพื่อนในลักษณะร่วมแรงร่วมใจกัน เพื่อหาคำตอบหรือหาวิธีการที่เหมาะสมใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะมีได้หลายวิธี ผู้เรียนจะต้องมีการแลกเปลี่ยน สื่อสารองค์ความรู้แก่กันในกลุ่มหรือกับกลุ่มอื่นๆ เพื่อให้ เกิดความเข้าใจร่วมกันถึงวิธีการแก้ปัญหาที่ได้มาร่วมทั้งมีการประเมินและทบทวนประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเองด้วย</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. สร้างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เป็นเรื่องราวใกล้ตัว สามารถพบเห็น จะทำให้นักเรียนสนใจ ตื่นเต้น และท้าทาย ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และมีแรงจูงใจในการหาคำตอบ 2. สถานการณ์จากข้อ 1 ต้องมีปัญหาและต้องสร้างเงื่อนไขของปัญหา 3. สถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นจะต้องไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนตายตัว มีตัวดวงเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ 4. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นอาจจะมีเพียงคำตอบเดียวหรือหลายคำตอบ 5. นักเรียนต้องศึกษา ค้นคว้าหาคำตอบจากการแก้ปัญหา และเกิดเป็นความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ได้อีก 6. มีการชี้แนะโดยตรงจากครู และเพื่อนในการหาคำตอบ 7. มีการจัดแหล่งข้อมูลที่หลากหลายไว้ใช้ในการหาคำตอบ

ลักษณะสำคัญของแนวคิด PBL และ CL	ลักษณะสำคัญในการจัดการเรียนการสอน
<p>แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน (CL)</p> <p>การเรียนรู้ในลักษณะแบบธรรมชาติโดยผู้เรียนมีลักษณะหลากหลาย แตกต่างกันในด้านพื้นฐานความรู้ วัฒนธรรม ประสบการณ์และความต้องการ ผู้เรียนได้ใช้พื้นฐานที่แตกต่างกันดังกล่าวในการเรียนรู้ร่วมกัน มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและของผู้อื่นอย่างกระตือรือร้น มีการอภิปรายร่วมกันเพื่อแสดงเหตุผล รับฟังและสะท้อนความคิด รวมถึงประเด็นที่ท้าทายความคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล มีการโต้แย้งและคลี่คลายประเด็นที่เห็นไม่ตรงกันหรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจที่ถูกต้องสามารถแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานที่เป็นเป้าหมายความรับผิดชอบด้วยกัน</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้ผลการทดสอบ ผลการประเมิน เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียน 2. จัดกลุ่มผู้เรียนโดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ กระจายความสามารถ เก่ง : ปานกลาง : อ่อน โดยใช้สัดส่วน 1 : 1 : 2 จากนักเรียนทั้งหมด 24 คน มีคนเก่ง 6 คน ปานกลาง 6 คน และอ่อน 12 คน 3. มีการกำหนดเป้าหมายและประเด็นคำถามของงานร่วมกันภายในกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบที่ชัดเจน 4. มีการพูด เขียน อภิปรายเหตุผลในประเด็นที่ท้าทาย รับฟังและร่วมกันสะท้อนความคิดโต้แย้ง คลี่คลายในประเด็นที่เห็นไม่ตรงกันคลาดเคลื่อน 5. นำความเข้าใจในความรู้หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อสร้างชิ้นงานตามเป้าหมายเดียวกัน

3. การพัฒนารูปแบบ ตรวจสอบรูปแบบและทดลองใช้รูปแบบ

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการดำเนินการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบ ตรวจสอบรูปแบบและทดลองใช้รูปแบบดังนี้

3.1 วิเคราะห์และสังเคราะห์สรูปแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรูปแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์สรูปลักษณะสำคัญของทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงเพื่อเชื่อมความสัมพันธ์กับแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Problem – based Learning และ Collaborative Learning ที่สามารถสร้างเสริมลักษณะสำคัญในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จึงนำมาสังเคราะห์ กำหนดกรอบแนวคิดและลักษณะสำคัญ

3.2 สังเคราะห์ และบูรณาการเป็นรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

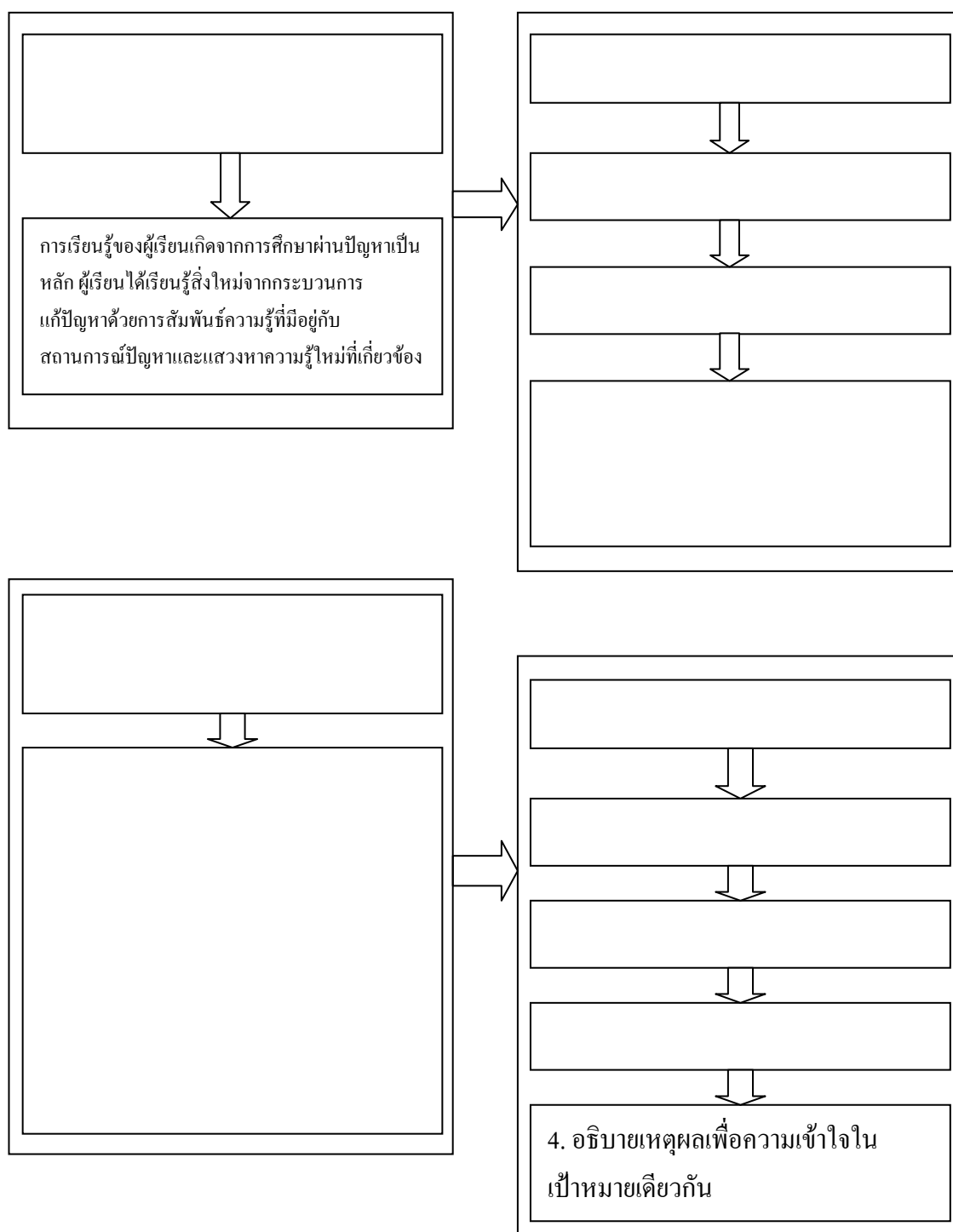
การสร้างรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้จากการสังเคราะห์แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของปัญหาในด้านการแก้ปัญหา การเชื่อมโยง และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แนวคิดคิดการพัฒนาการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย Problem – based Learning และ Collaborative Learning จึงพัฒนาไปสู่การสร้างรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จึงนำไปสู่ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนที่สำคัญได้ 4 ขั้นตอน

ในการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะสำคัญของทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถส่งเสริมทักษะเหล่านี้ได้ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างรูปแบบการเรียนการสอน กล่าวคือ ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต้องกำหนดสถานการณ์โจทย์ที่เป็นปัญหาซับซ้อนให้ ต้องมีปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากค้นคว้าหาคำตอบ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ง่ายขึ้น มองปัญหาชัดเจนเป็นรูปธรรมตามแนวคิด Problem – based Learning จนเกิดกระบวนการสร้าง

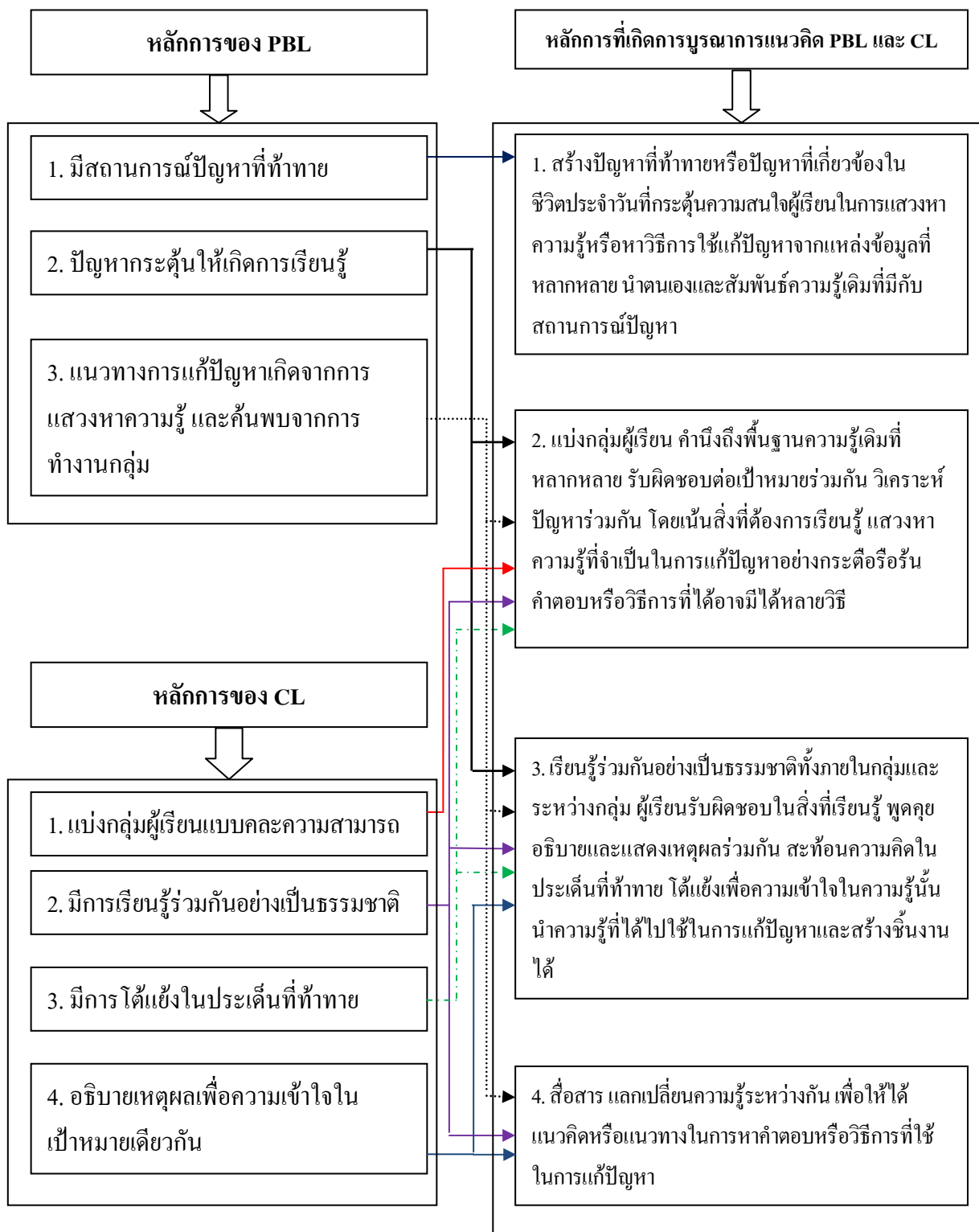
1994 : 223 – 224) นอกจากนี้ผู้เรียนก็สามารถสร้างความรู้ได้จากการอยู่ร่วมในสังคมโดยการได้รับความช่วยเหลือ แนะนำจากผู้รู้ ครู เพื่อน และผ่านสื่อกลางต่าง ๆ ให้เกิดความคิดตามระดับพัฒนาการของแต่ละบุคคล ตามแนวคิดของ ไวโกตสกี (Vygotsky) เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ว่าเป็นขอบเขตของพัฒนาการเรียนรู้ (The Zone of Proximal Development) ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่เป็นอยู่ในสภาพจริงโดยดูได้จากปัญหาที่แก้ได้ด้วยตนเอง (Level of actual Development) กับระดับศักยภาพของการพัฒนาทางสติปัญญาที่ดูได้จากปัญหาที่ยังแก้ด้วยตนเองไม่ได้จนกว่าจะได้รับการส่งเสริมและร่วมงาน (Scaffolding and Collaborative) จากผู้ใหญ่ และเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่า (Dixon – Krauss, Lisbeth, 1996 : 14 – 15 ; Jordan, Elizabeth A. and Porath, Marion J., 2006 : 51) ดังนั้น ผู้เรียนจึงมีความจำเป็นต้องทำงานเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็ก เพื่อให้มีการสื่อสารได้อย่างทั่วถึงและชัดเจนแก่ทุกคน ในลักษณะของการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยผ่านการพูดและการเขียนเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ในการตอบปัญหา สถานการณ์ โจทย์ที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ตามแนวคิดของ Collaborative Learning นักเรียนจะสามารถเกิดมโนทัศน์ในด้านการพูดและเขียนสื่อสารด้วยภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการคิด มีขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบคำตอบแบบย้อนกลับ โดยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กับการส่งเสริมการแก้ปัญหาในด้านทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงโดยใช้กระบวนการสังเคราะห์ 4 ขั้น ดังนี้

ภาพที่ 4 กรอบการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 1 สังเคราะห์แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Problem – based Learning และ Collaborative
Learning ดังแผนภาพ



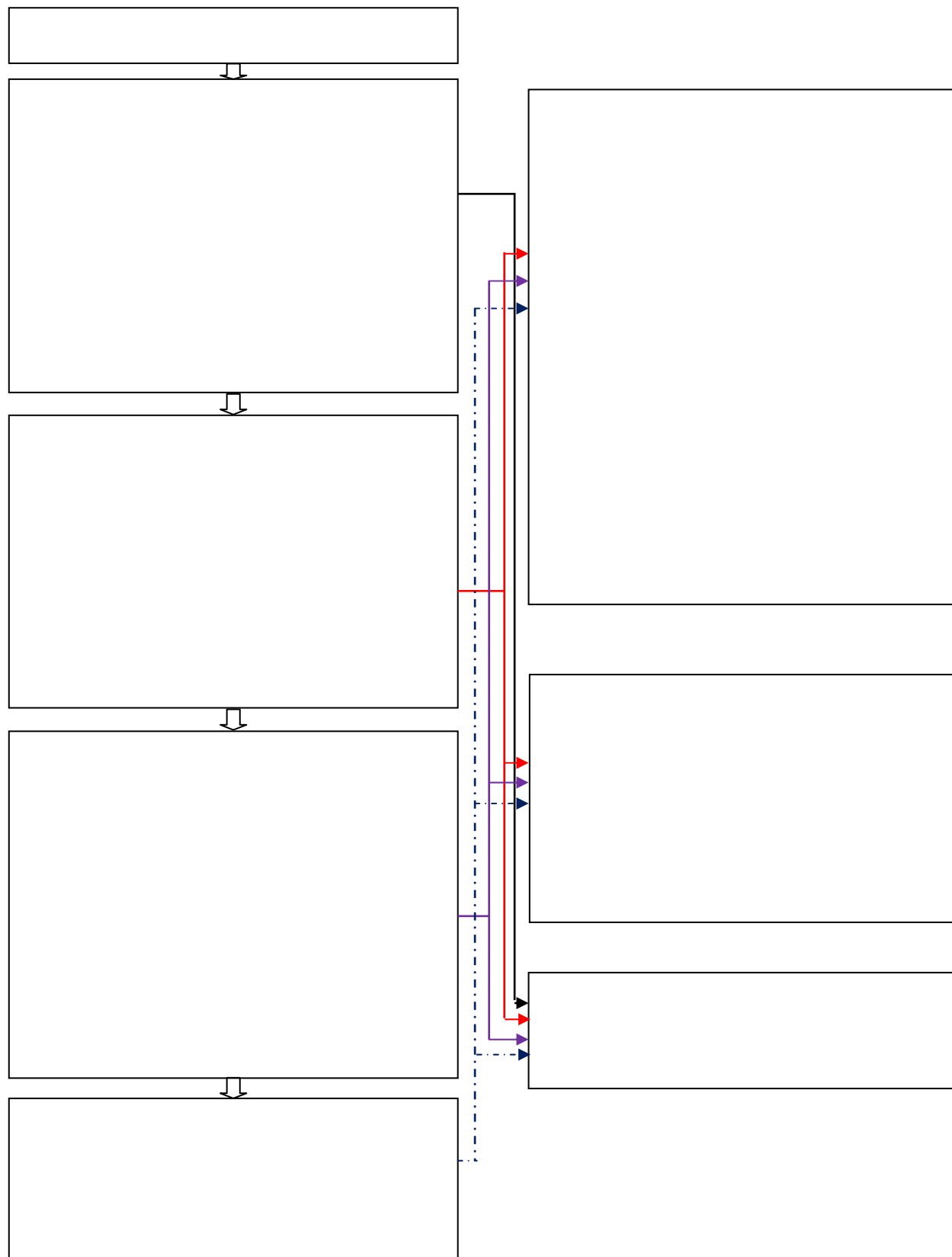
ขั้นที่ 2 หลักการที่เกิดจากการบูรณาการแนวคิด PBL และ CL ดังแผนภาพ



ขั้นที่ 3 การนำหลักการไปสู่กระบวนการเรียนการสอน ดังแผนภาพ



ขั้นที่ 4 กระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร
และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



3.3 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของรูปแบบ

3.4 วิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบ ซึ่งประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล แล้วนำไปสร้างรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.5 นำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์และการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน โดยการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.88

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้

1. กรอบแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนควรเพิ่มการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพราะเน้นแต่การแก้ปัญหาและการสื่อสาร

2. ควรเพิ่มความชัดเจนของหลักการการเรียนรู้ร่วมกันที่นำมาใช้ในการจัดกลุ่มผู้เรียน

3. ต้องแสดงการกำหนดเวลาโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ของเนื้อหาที่ใช้ทดลองรวมถึงรายละเอียดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

4. ตามแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนแต่ละคนต้องเขียนคำตอบของตนเองมาก่อน หลังจากนั้นจึงนำคำตอบมาร่วมกันอภิปราย ดังนั้นในสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้นจึงจำเป็นต้องมีตัวลงที่เป็นไปตามสภาพจริง ในชีวิตประจำวันที่สามารถพบเห็นได้ และผู้เรียนได้เลือกตัดสินใจตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

5. สถานการณ์ในแบบทดสอบต้องคล้ายตามสถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพราะเด็กจะต้องได้เรียนรู้มาก่อนมีการทดสอบ

6. ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต้องระบุหัวข้อความรู้ หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กันตั้งแต่สองข้อความรู้ หรือสองกระบวนการขึ้นไปที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหา

7. ในขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบควรแสดงบทบาทครูและบทบาทผู้เรียนให้ชัดเจนเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติได้

3.6 นำผลจากการประเมิน และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ มาปรับปรุงแก้ไข

3.7 นำรูปแบบการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุง เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน



ภาพที่ 5 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ในขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. เครื่องมือในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้
2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 1) เชิงปริมาณ ได้แก่
 1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 2. แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 3. แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 2) เชิงคุณภาพ ได้แก่
 1. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน
 2. แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1. **แผนการจัดการเรียนรู้** ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันที่เน้นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้
 - 1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
 - 1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.3 คัดเลือกเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อนำมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
 - 1.4 วิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระ และกำหนดจำนวนชั่วโมงให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์และเนื้อหาของวิชา ดังแผนภาพโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

ภาพที่ 6 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มทดลองตามรูปแบบ แผนจัดการเรียนรู้ 19 แผน รวม 38 ชั่วโมง

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้
1	ทศนิยม	ค 1.2 ป.6/1 ค 6.1 ป.6/1	โจทย์ปัญหาการบวกทศนิยม	2	1
			- ที่เป็นทศนิยมไม่เกิน 3		
			ตำแหน่ง		
			- การบวกทศนิยมที่มีการ		
			กระจายและไม่มีการกระจาย		
			โจทย์ปัญหาการลบทศนิยม	2	2
			- ที่เป็นทศนิยมไม่เกิน 3		
			ตำแหน่ง		
			- มีการกระจายและไม่มีการ		
			กระจาย		
			โจทย์ปัญหาการคูณทศนิยมด้วย	2	3
			จำนวนนับ		
			- ทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่ง		
			- ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง		
- ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง					
กับจำนวนนับที่มีหลายหลัก					
โจทย์ปัญหาการคูณทศนิยมด้วย	2	4			
ทศนิยม					
- การคูณทศนิยม 1 ตำแหน่ง					
กับทศนิยม 1 ตำแหน่ง					
- การคูณทศนิยม 1 ตำแหน่ง					
กับทศนิยม 2 ตำแหน่ง					

ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผนการ จัดการเรียนรู้
			โจทย์ปัญหาการหารทศนิยมด้วย จำนวนนับ	2	5
			- การหารทศนิยมเมื่อ		
			ตัวหารเป็นจำนวนนับ		
			- การหารจำนวนนับที่มี		
			ผลหารเป็นทศนิยม		
			โจทย์ปัญหาการหารทศนิยมเมื่อ	2	6
			ตัวหารเป็นทศนิยม		
			- เมื่อตัวหารเป็นทศนิยม 1		
			ตำแหน่ง		
			- เมื่อตัวหารเป็นทศนิยม 2		
			ตำแหน่ง		
			โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ	4	7-8
			หารระคน		
			- ที่มีการดำเนินการ 2		
			เครื่องหมาย		
			- ที่มีการดำเนินการมากกว่า		
			2 เครื่องหมาย		
2	รูปสี่เหลี่ยม	ค 2.1 ป.6/2 ค 3.1 ป.6/2 ค 3.2 ป.6/2 ค 6.1 ป.6/1	โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยมโดยใช้ความยาวของด้าน	2	9
			- สี่เหลี่ยมด้านขนาน		
			- สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน		
			โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยมโดยใช้ความยาวของด้าน	2	10
			- สี่เหลี่ยมคางหมู		

ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผนการ จัดการเรียนรู้		
			โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่ของ รูปสี่เหลี่ยมโดยใช้สมบัติของ เส้นทแยงมุม - สี่เหลี่ยมจัตุรัส - สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน - สี่เหลี่ยมรูปว่าว	2	11		
3	รูปวงกลม	ค 2.1 ป.6/1 ค 2.2 ป.6/1 ค 6.1 ป.6/1	โจทย์ปัญหาการหาความยาว รอบรูปวงกลม - เมื่อกำหนดความยาว ของรัศมี - เมื่อกำหนดความยาว ของเส้นผ่านศูนย์กลาง	2	12		
			โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่ของ รูปวงกลม - เมื่อกำหนดความยาว ของรัศมี - เมื่อกำหนดความยาว ของเส้นผ่านศูนย์กลาง	2	13		
			บทประยุกต์	ค 1.2 ป.6/2 ค 6.1 ป.6/1	การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ - โจทย์ปัญหาร้อยละ - โจทย์ปัญหาการหาร้อยละ	2	14

ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผนการ จัดการเรียนรู้
			โจทย์ปัญหาหรือระยะกับการซื้อขาย	2	15
			- โจทย์ปัญหาหรือระยะกับกำไร และราคาขาย		
			- โจทย์ปัญหาหรือระยะกับ ขาดทุนและราคาขาย		
			โจทย์ปัญหาหรือระยะกับราคาซื้อ หรือทุน	2	16
			- การหารราคาทุนจากการ ขายได้กำไร		
			- การหารราคาทุนจากการ ขายขาดทุน		
			โจทย์ปัญหาหรือระยะกับการซื้อขาย	2	17
			-การลดราคา กับราคาขาย		
			โจทย์ปัญหาการซื้อขายกับการ หาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์	2	18
			-การหาร้อยละ จากการขาย ได้กำไร		
			- การหาร้อยละ จากการ ขายขาดทุน		
			- การหาร้อยละ จากการ ลดราคา		

ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผนการ จัดการเรียนรู้
			โจทย์ปัญหาหรือละกับดอกเบี๋ย	2	19
			- การหาดอกเบี๋ยในเวลา		
			1 ปี และเงินรวมทั้งหมด		
			- การหาดอกเบี๋ยในเวลา		
			น้อยกว่า 1 ปี และเงินรวม		
			ทั้งหมด		

1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ ชื่อหน่วยการจัดการเรียนรู้ ระดับชั้น จำนวนชั่วโมง มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยใช้ขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีวิจัยพัฒนาขึ้น

ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มาจากลักษณะสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน สรุปได้ดังนี้

แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. สร้างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เป็นเรื่องราวใกล้ตัวสามารถพบเห็น จะทำให้นักเรียนสนใจ ตื่นเต้น และท้าทาย ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และมีแรงจูงใจในการหาคำตอบ
2. สถานการณ์จากข้อ 1 ต้องมีปัญหาและต้องสร้างเงื่อนไขของปัญหา
3. สถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นจะต้องไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน ตายตัว มีตัวลงเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์
4. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นอาจจะมีเพียงคำตอบเดียวหรือหลายคำตอบ
5. นักเรียนต้องศึกษา ค้นคว้าหาคำตอบจากการแก้ปัญหา และเกิดเป็นความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ได้อีก
6. มีการชี้แนะโดยตรงจากครู และเพื่อนในการหาคำตอบ
7. มีการจัดแหล่งข้อมูลที่หลากหลายไว้ใช้ในการหาคำตอบ

แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน

1. ใช้ผลการทดสอบ ผลการประเมิน เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียน
2. จัดกลุ่มผู้เรียน โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ คละความสามารถ เก่ง : ปานกลาง : อ่อน โดยใช้สัดส่วน 1 : 1 : 2 จากนักเรียนทั้งหมด 24 คน มีคนเก่ง 6 คน ปานกลาง 6 คน และอ่อน 12 คน
3. มีการกำหนดเป้าหมายและประเด็นคำถามของงานร่วมกันภายในกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบที่ชัดเจน
4. มีการพูด เขียน อภิปรายเหตุผลในประเด็นที่ท้าทาย รับฟังและร่วมกันสะท้อนความคิด ได้แย้ง คัดค้านในประเด็นที่เห็นไม่ตรงกัน คลาดเคลื่อน
5. นำความเข้าใจในความรู้หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อสร้างชิ้นงานตามเป้าหมายเดียวกัน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์และการวัดผลประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.93

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1. สำคัญต้องมีใจความสั้น กระชับ ความครอบคลุมเรื่องที่ต้องการเรียนรู้
2. กิจกรรมการเรียนการสอนต้องให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ โดยครูต้องใช้คำถามนำ และเป็นผู้ชี้แนะ
3. ใบงานและใบกิจกรรมต้องส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และสถานการณ์ปัญหาสุดท้ายในแผนการจัดการเรียนรู้ควรมีลักษณะที่แตกต่างจากสถานการณ์อื่น ๆ
4. ใบความรู้หรือตัวอย่างจะต้องแตกต่างกับใบกิจกรรมเพื่อต้องการให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ และนำมาใช้แก้ปัญหาเพื่อค้นพบวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ

1.7 นำผลจากการประเมิน และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ มาปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุง เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองต่อไป

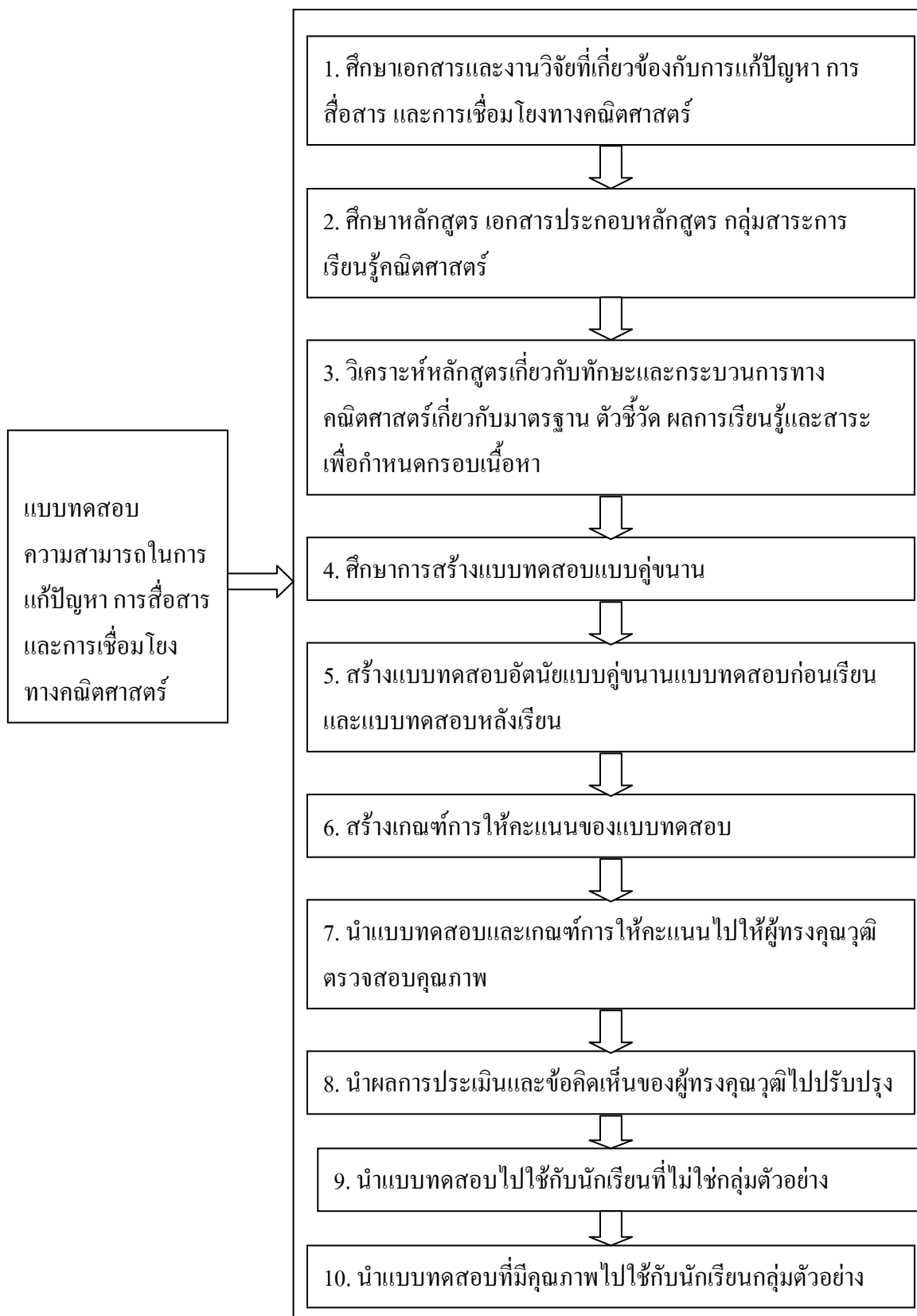
ข้อค้นพบจากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้

การทดลองใช้ครั้งที่ 1 จากการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนตาขุน พบว่าต้องปรับขั้นตอนการจัดกลุ่มผู้เรียนไว้ในขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจด้วยกรณีศึกษาที่ท้าทาย

การทดลองใช้ครั้งที่ 2 จากการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านท่าเนียบ พบว่าต้องปรับขั้นตอนการเขียนรายงานจากการสรุปมติของกลุ่มเพื่อนำเสนอภายในชั้นเรียนนั้นควรเน้นแต่ประเด็นข้อคำถามที่สำคัญ เช่น โจทย์ข้อนี้ต้องการทราบอะไร จะแก้โจทย์ข้อนี้ได้อย่างไร แสดงวิธีทำอย่างไร ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบ เพื่อความเหมาะสมกับเวลา

2. แบบทดสอบ

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการทดลอง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้



ภาพที่ 7 การสร้างแบบทดสอบ

2.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.3 วิเคราะห์หลักสูตรเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพื่อกำหนดกรอบของเนื้อหา

2.4 สร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ชุด ได้แก่ 1) แบบทดสอบก่อนเรียนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง 2) แบบทดสอบก่อนเรียนวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบก่อนเรียนวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 4) แบบทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5) แบบทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 6) แบบทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน โดยโครงสร้างต้องเหมือนกัน แต่เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้เป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้วัดด้านความรู้จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้เรื่องที่เคยเรียนมาเป็นสื่อในการแสดงทักษะที่ต้องการ ดังนั้นลักษณะของเนื้อหาในแบบทดสอบเป็นดังนี้ คือ 1) เนื้อหาต้องเป็นเรื่องเดียวกัน 2) ถ้ารายละเอียดเนื้อหาต่างกันก็จะต้องเป็นเนื้อหาที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อนตามลำดับการเรียงเนื้อหา หรือระดับชั้นที่ต่ำกว่า ดังแผนภาพ

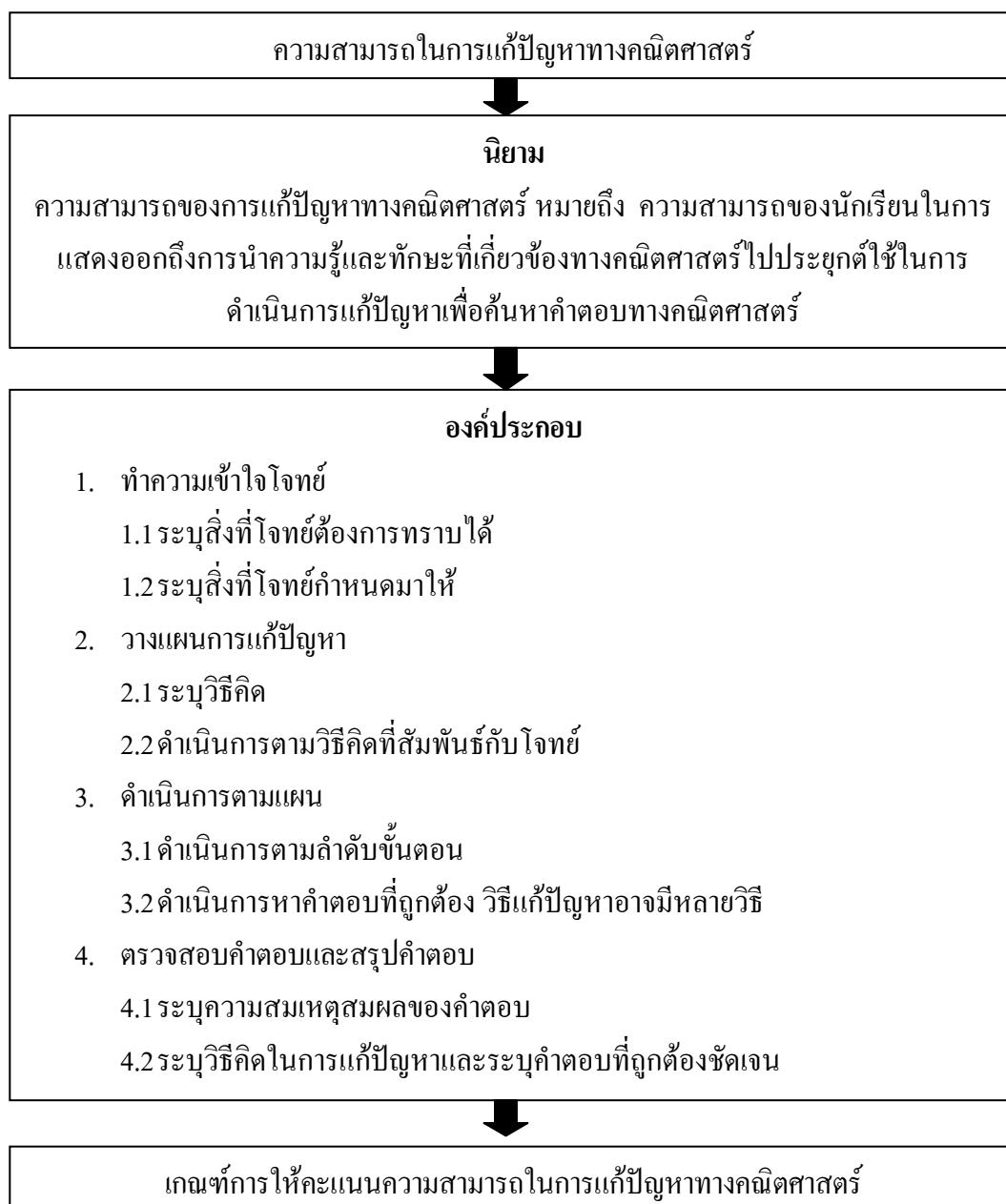
แบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
เนื้อหาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และเนื้อหาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้จัดการเรียนการสอนในเทอมต้น	เนื้อหาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้จัดการเรียนการสอนในเทอมปลาย
1.ทศนิยม	1.ทศนิยม
2.รูปสี่เหลี่ยม	2.รูปสี่เหลี่ยม
3.รูปสามเหลี่ยม	3.รูปวงกลม
4.บทประยุกต์	4.บทประยุกต์

ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบเนื้อหาแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

2.5 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ

2.5.1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดแบบรูบริก (rubric) โดยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic rubric) ที่ผู้วิจัยพัฒนามาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 137, 2553 : 233-235), สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000 : 52-55), อีลีน (Eileen Depka, 2007 : 90,201, 204), อัมพร ม้าคนอง (2553 : 195) มีกรอบแนวคิดในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ภาพที่ 9 การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหามathematics

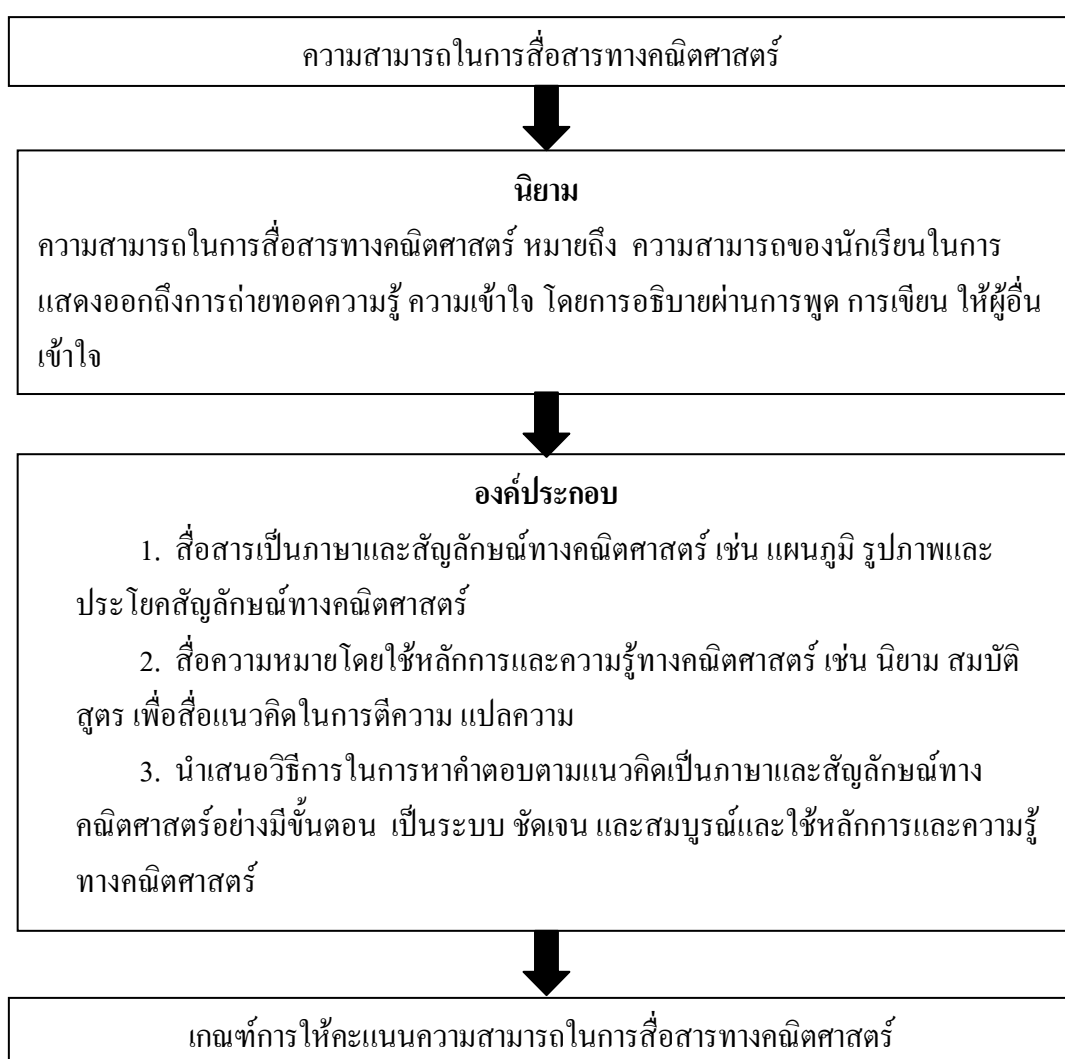


ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนนเต็ม	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนน
3 คะแนน	<p>1. ด้านทำความเข้าใจปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน 1 อย่าง - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนมากกว่า 1 อย่าง - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ไม่ถูกต้องเลยหรือไม่ระบุอะไรเลย 	3 2 1 0
3 คะแนน	<p>2. ด้านการวางแผนแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุวิธีในการหาคำตอบ เช่น ใช้แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีที่สัมพันธ์กับโจทย์ได้ถูกต้อง ชัดเจน ครบถ้วน - ระบุวิธีในการหาคำตอบ เช่น ใช้แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีที่สัมพันธ์กับโจทย์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน 1 อย่าง - ระบุวิธีในการหาคำตอบ เช่น ใช้แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ วิธีใดวิธีหนึ่งที่สัมพันธ์กับโจทย์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วนมากกว่า 1 อย่าง - ไม่ระบุวิธีในการหาคำตอบ 	3 2 1 0
3 คะแนน	<p>3. ด้านการดำเนินการตามแผน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการหาคำตอบของปัญหา ได้ถูกต้องทุกขั้นตอนและมีคำตอบที่ถูกต้อง - ดำเนินการหาคำตอบของปัญหาแต่มีบางขั้นตอนผิดพลาดหรือมีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง - ดำเนินการหาคำตอบของปัญหาผิดพลาดทั้งหมด - ไม่ดำเนินการ 	3 2 1 0
3 คะแนน	<p>4. ด้านการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง สมเหตุสมผลสอดคล้องกับโจทย์ - แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องแต่ขาดความสมเหตุสมผล 1 อย่าง - แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ไม่ถูกต้อง และขาดความสมเหตุสมผล - ไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ 	3 2 1 0

2.5.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดแบบรูบรีค (rubric) โดยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic rubric) ที่ผู้วิจัยพัฒนามาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 138, 2553 : 233-235), สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000 : 60-63), อิลีน (Eileen Depka, 2007 : 90,201), อัมพร ม้าคะนอง (2553 : 195) โดยแต่ละส่วนมีกรอบแนวคิดในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ภาพที่ 10 การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

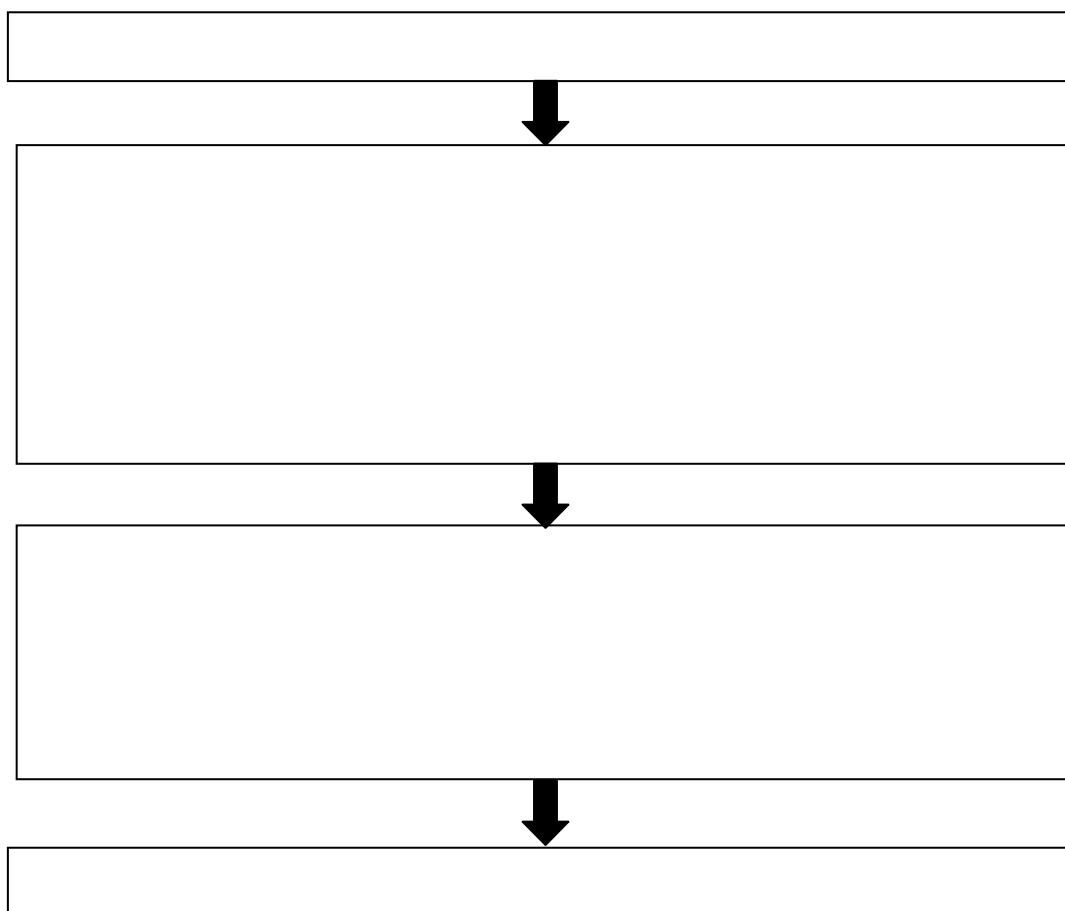


ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คะแนนเต็ม	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	คะแนน
3 คะแนน	1. ด้านการสื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	
	- เขียนอธิบาย เพื่อสื่อสารในการหาคำตอบของปัญหา เป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เป็นระบบ ชัดเจน สมบูรณ์	3
	- เขียนอธิบาย เพื่อสื่อสารในการหาคำตอบของปัญหา เป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เป็นระบบ แต่ขาดความชัดเจน และสมบูรณ์ 1 อย่าง	2
	- เขียนอธิบาย เพื่อสื่อสารในการหาคำตอบของปัญหา เป็นภาษาและ แต่ขาดความ ถูกต้อง เป็นระบบ และความชัดเจนมากกว่า 1 อย่าง	1
	- ไม่อธิบายแนวคิด	0
3 คะแนน	2. ด้านการสื่อความหมายโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์	
	- เขียนอธิบายสื่อความหมายในการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เป็นระบบ ชัดเจน สมบูรณ์	3
	- เขียนอธิบายสื่อความหมายในการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เป็นระบบ แต่ขาดความชัดเจน และสมบูรณ์ 1 อย่าง	2
	- เขียนอธิบายสื่อความหมายในการหาคำตอบของปัญหา ด้วยหลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์แต่ขาดความถูกต้อง เป็นระบบ และความชัดเจนมากกว่า 1 อย่าง	1
	- ไม่อธิบายวิธีการ	0
3 คะแนน	3. ด้านการนำเสนอวิธีการอย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน	
	- นำเสนอแนวคิด/วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ และชัดเจน	3
	- นำเสนอแนวคิด/วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ แต่ขาดความชัดเจน 1 อย่าง	2
	- นำเสนอแนวคิด/วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ แต่ขาดความชัดเจนมากกว่า 1 อย่าง	1
	- ไม่นำเสนอสิ่งใด	0

2.5.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดแบบรูบรีค (rubric) โดยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic rubric) ที่ผู้วิจัยพัฒนามาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 138, 2553 : 233-235), สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM,

ภาพที่ 11 การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนนเต็ม	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	คะแนน
3 คะแนน	<p>ด้านการระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สัมพันธ์กัน และครบถ้วน - ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้ถูกต้อง สัมพันธ์กัน แต่ไม่ครบถ้วน 1 อย่าง - ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้ถูกต้อง แต่ไม่สัมพันธ์กัน และไม่ครบถ้วนมากกว่า 1 อย่าง - ไม่ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 	<p>3</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>

2.6 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วจำนวน 6 ฉบับไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์และการวัดผลประเมินผล เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยการตรวจสอบคุณภาพ ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.84, 0.83, 0.87, 0.88, 0.87, 0.93 ตามลำดับ และได้ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

2.6.1 ควรปรับด้านภาษาของสถานการณ์ปัญหาให้มีความเหมาะสมชัดเจน

2.6.2 เกณฑ์การให้คะแนนในด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้ตัดจาก 4 ข้อ เหลือเพียง 2 ข้อ หรือ 1 ข้อ เนื่องจากข้อความรู้ หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์บางครั้งแยกออกจากกันไม่ได้

2.7 นำผลจากการประเมิน และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ มาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

2.8 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงแล้ว ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 ครั้ง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยคัดเลือกหาความยากง่ายของข้อสอบและต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปจึงถือว่าข้อสอบข้อนั้นนำมาใช้ได้ มีรายละเอียดดังนี้

การทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 แบบทดสอบก่อนเรียนนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนตาขุน จำนวน 24 คน แบบทดสอบหลังเรียนนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนพูนพิทยาคม จำนวน 40 คน

แบบทดสอบก่อนเรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.43-0.46 ค่าอำนาจจำแนก 0.52-0.55

แบบทดสอบก่อนเรียนด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีจำนวนข้อสอบ 5 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.31-0.50 ค่าอำนาจจำแนก 0.38-0.75

แบบทดสอบก่อนเรียนด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีจำนวนข้อสอบ 5 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.40-0.52 และค่าอำนาจจำแนก 0.67-0.75

แบบทดสอบหลังเรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.28-0.51 และค่าอำนาจจำแนก 0.31-0.55

แบบทดสอบหลังเรียนด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีจำนวนข้อสอบ 5 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.35-0.40 และค่าอำนาจจำแนก 0.43-0.58

แบบทดสอบหลังเรียนด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบ 5 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.39-0.55 และค่าอำนาจจำแนก 0.35-0.55

การทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อสอบจากการทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 ตัดข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำออก แล้วนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงไปทดลองใช้โดยแบบทดสอบก่อนเรียนนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบ้านท่าเนียน จำนวน 27 คน แบบทดสอบหลังเรียนนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนไชยวิทยา จำนวน 43 คน

แบบทดสอบก่อนเรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวนข้อสอบ 2 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.50-0.59 และค่าอำนาจจำแนก 0.57-0.69

แบบทดสอบก่อนเรียนด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.32-0.51 และค่าอำนาจจำแนก 0.21-0.54

แบบทดสอบก่อนเรียนด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.36-0.63 และค่าอำนาจจำแนก 0.54-0.57

แบบทดสอบหลังเรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบ 2 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.37-0.47 และค่าอำนาจจำแนก 0.33-0.65

แบบทดสอบหลังเรียนด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.37-0.44 และค่าอำนาจจำแนก 0.39-0.51

แบบทดสอบหลังเรียนด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนข้อสอบ 3 ข้อ มีความยากง่าย มีค่าระหว่าง 0.41-0.45 และค่าอำนาจจำแนก 0.35-0.61

2.9 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ไปใช้จริงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้บันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียน ในประเด็นเกี่ยวกับบรรยากาศในการเรียนการสอน การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการแก้ปัญหา มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ รูปแบบการสอนแบบปกติ และสภาพการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

3.2 กำหนดกรอบและประเด็นในการบันทึก

3.3 สร้างแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน

3.4 นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ตรวจสอบความสอดคล้อง ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.93

3.5 ปรับปรุงแก้ไข แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน

3.6 นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน ไปทดลองใช้กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 1 โรงเรียนตาขุน ครั้งที่ 2 โรงเรียนบ้านท่าเนียบ

3.7 นำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดตรณาราม

4. แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้บันทึกสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ปัญหาและข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อกำหนดแนวทางในการประเมิน

4.2 กำหนดกรอบและประเด็นในการบันทึก

4.3 สร้างแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นแบบมีโครงสร้างและแบบปลายเปิด

4.4 นำแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ตรวจสอบความสอดคล้อง ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.93

4.5 ปรับปรุงแก้ไข แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

4.6 นำแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ไปทดลองใช้กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 1 โรงเรียนตาขุน ครั้งที่ 2 โรงเรียนบ้านท่าเนียบ

4.7 นำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดตรณาราม

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เตรียมการสำหรับการทดลองใช้เครื่องมือรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

1.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุราษฎร์ธานี เขต 2

1.1.2 การจัดนักเรียนในแต่ละห้องส่วนใหญ่จะคละความสามารถ และนักเรียนมีสภาพพื้นฐานทางครอบครัวที่มีผู้ปกครองประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำสวนยาง สวนปาล์ม และมีอาชีพรับจ้าง ฐานทางเศรษฐกิจค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดตรณาราม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุราษฎร์ธานี เขต 2 ได้มาจากเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2554 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งกำหนดเกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างมีขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 การเลือกโรงเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนวัดตรนาราม เป็นกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่อยู่ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรีธานี เขต 2 และมีลักษณะตามเกณฑ์ข้างต้นในข้อ 1.1.1 และ 1.1.2 ในปีการศึกษา 2554 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 420 คน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนนักเรียน 3 ห้องเรียน แต่ละห้องเรียนมีนักเรียนเฉลี่ย 24 คน

1.2.2 การเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนนำมาใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังต่อไปนี้

1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนในปีการศึกษา 2554 แต่ละห้องเรียนมาหาค่าเฉลี่ย แล้วเลือกห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาจำนวน 2 ห้องเรียน

2) ทดสอบความแปรปรวนโดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F – test) พบว่า ความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการทดสอบค่าที (t – test) พบว่า ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จึงใช้การสุ่มอย่างง่ายและจัดห้องเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. การดำเนินการทดลองโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

ในการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยใช้การวิจัยและพัฒนาที่มีกลุ่มควบคุมและมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (The Pretest – Posttest Control Group Design) ดังนี้

ตารางที่ 6 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การวัดก่อนการทดลอง		การวัดหลังการทดลอง
E	T ₁	×	T ₂
C	T ₃	~×	T ₄
E	คือ	กลุ่มทดลอง	
C	คือ	กลุ่มควบคุม	

- T_1, T_3 คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง
- T_2, T_4 คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง
- × คือ รูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์
- ~× คือ รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ

2.2 การติดต่อประสานงานก่อนการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน

2.2.1 ติดต่อกับผู้บริหาร โรงเรียนวัดศรณาราม และครูผู้สอนคณิตศาสตร์ เพื่อประสานงานขอความร่วมมือ ช่วยเหลือในการนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้

2.2.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตลอดจนขั้นตอนในการวิจัยให้แก่ครูผู้รับผิดชอบและนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ร่วมกันวางแผนในการกำหนดตารางสอน และเวลาที่ทำการทดลอง

2.3 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล มี 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ดำเนินการก่อนการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน โดยการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ระยะที่ 2 ดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้เนื้อหาเดียวกันแต่จัดตารางสอนต่างเวลากัน โดยกลุ่มทดลองจะดำเนินการสอนโดยรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมจะดำเนินการสอนวิธีปกติ มีรายละเอียดของขั้นตอนการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญปัญหาที่ทำทาย

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจด้วยการจัดสภาพแวดล้อมเชิงคณิตศาสตร์และแนะนำแหล่งข้อมูล สำหรับการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน

2. ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ

3. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม ขนาด 4 คน โดยแต่ละความสามารถ ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย คนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้สัดส่วน 1 : 1 : 2

4. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายทางคณิตศาสตร์ หรือปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อ กระตุ้น ให้นักเรียนหาคำตอบ

บทบาทครู

1. สร้างความสนใจให้กับนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น จัดป้ายนิเทศ มุมคณิตศาสตร์ แนะนำแหล่งข้อมูลในการศึกษาหาความรู้

2. กระตุ้นผู้เรียนด้วยการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้าสู่เรื่องที่กำลังเรียนรู้ด้วยโจทย์คณิตศาสตร์

3. ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตและระลึกถึงความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับปัญหาเพื่อ ใช้ในการหาคำตอบ

4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้

5. ชี้แนะ กำกับในการแบ่งกลุ่ม และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ

6. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น

7. ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์ประเด็นปัญหาหลักและปัญหาย่อย ในการหาคำตอบ

บทบาทนักเรียน

1. สังเกต มองหาแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ค้นคว้าเพื่อเตรียมที่จะเรียนรู้

2. ตระหนักถึงความสำคัญ ศึกษาสภาพแวดล้อม อ่าน คิด วิเคราะห์แหล่งเรียนรู้

3. ช่วยกันตอบคำถามและสรุปความรู้กับครูผู้สอน

4. ปฏิบัติการแบ่งกลุ่มตามสัดส่วนที่กำหนด และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ

5. แต่ละคนระลึกถึงหัวข้อความรู้ หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์ กับ โจทย์ รวมทั้งสนใจอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้

1. ผู้เรียนทุกคนพิจารณาว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรและใช้ความรู้อะไรทางคณิตศาสตร์

2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดเป้าหมายของงานที่ต้องการ วิเคราะห์ และอภิปราย เกี่ยวกับประเด็นปัญหา เพื่อระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้โดยการ ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการ ระบุหลักการ เช่น นิยาม สมบัติ สูตร

3. ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มลงมือสืบค้น เพื่อเรียนรู้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยมีการช่วยเหลือพึ่งพากัน ด้วยความกระตือรือร้น

บทบาทครู

1. ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตลักษณะของสถานการณ์ปัญหา สัมพันธ์ปัญหา กับหัวข้อ ความรู้ หรือกระบวนการ หรือหลักการอะไรทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแนวทางในการ แก้ปัญหา
2. ชี้แนะให้นักเรียนสังเกตเป้าหมายของงาน ในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาหลัก ประเด็น ปัญหาย่อย และสิ่งที่ต้องการเรียนรู้
3. ช่วยเหลือให้นักเรียน เขียน อธิบายคำตอบ อย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจนสมบูรณ์
4. ชี้แนะให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลแนวทางในการดำเนินการหาคำตอบ และให้ความรู้เพิ่มเป็น ระยะ
5. ช่วยเหลือ กำกับ และอำนวยความสะดวกให้นักเรียนทำงาน ได้สำเร็จตามเป้าหมาย

บทบาทนักเรียน

1. แต่ละคนพิจารณาปัญหา สัมพันธ์ปัญหากับหัวข้อความรู้ หรือกระบวนการ หรือหลักการ อะไรทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา
2. ร่วมมือกัน คิด วิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นในการกำหนดเป้าหมาย ประเด็นคำถาม และสิ่งที่ต้องการเรียนรู้โดยการ ระบุหัวข้อความรู้ ระบุหลักการ เช่น นิยาม สมบัติ สูตร ด้วยการ เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ
3. สืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบอย่างกระตือรือร้น มีการช่วยเหลือพึ่งพากัน

ขั้นที่ 3 ร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่มกลุ่ม

1. แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นแนวทางการแก้ปัญหาและนำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนคน อื่น ๆ เข้าใจโดย 1) พุด เขียน อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ 2) พุด เขียน อธิบาย วิธีการโดยอาศัยหลักการ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ เพื่อตอบปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม 3) นำเสนอวิธีการอย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์
2. ตัวแทนผู้เรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และสะท้อนความคิด มีการโต้แย้งร่วมกันเพื่อแสดงเหตุผลร่วมกัน และตรวจสอบความรู้ สรุปลงและเลือกเป็นมติ ซึ่งอาจจะมีหลายแนวทาง

บทบาทครู

1. กำกับ ชี้แนะให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นแต่ละประเด็นปัญหาตามกรอบที่ศึกษา

2. กำกับ ชี้นำให้นักเรียน พุด เขียน อธิบายแนวคิด วิธีการ และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์ เพื่อให้นักเรียนคนอื่นๆ เข้าใจ
3. กำกับ ชี้นำนักเรียนเพื่อร่วมแสดงความคิดเห็น ในประเด็นที่ต่างพร้อมทั้งแสดงเหตุผล
4. ร่วมสะท้อนคิดกับนักเรียน พร้อมทั้งตรวจสอบความรู้ เสนอแนะ และสรุปเป็นมติกกลุ่ม

บทบาทนักเรียน

1. ร่วมกันแสดงความคิดเห็นแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ และยอมรับ โดยการ พุด เขียน อธิบายแนวคิดโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พุด เขียน อธิบายโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
2. นำเสนออย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนรายงานเพื่อเตรียมนำเสนอ ตามกรอบประเด็นปัญหา
4. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาภายในห้องเรียน
5. แต่ละคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นในประเด็นที่ต่าง และสะท้อนคิดร่วมกับครู
6. สรุปเป็นมติ อาจจะมีหลายแนวทาง

ขั้นที่ 4 นำไปประยุกต์

1. ให้ตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้และนำไปใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา และการอธิบายเพื่อสร้างชิ้นงาน
2. กำกับให้ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง เพื่อสร้างชิ้นงาน

บทบาทครู

1. ให้ตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึง เพื่อเพิ่มประสบการณ์ให้กับนักเรียน
2. สังเกตพฤติกรรมการทำงานและบันทึก
3. ชี้นำแนวทางในการแก้ปัญหา
4. กำกับให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

บทบาทนักเรียน

1. กลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา
2. พุด เขียน อธิบายเพื่อสัมพันธ์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา
3. แต่ละคนฝึกนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายคลึงหรือแตกต่าง
4. แต่ละคนระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงหรือแตกต่าง

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นนักเรียนสู่บทเรียนที่ต้องการเรียนรู้
2. ครูสนทนากับนักเรียนถึงความรู้ที่เคยเรียนมาและอาศัยความสัมพันธ์ของความรู้เดิมที่มีมาใช้ในการหาคำตอบและเกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่

บทบาทครู

1. ครูสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นนักเรียนเข้าสู่บทเรียน
2. ครูทบทวนความรู้เดิมร่วมกับนักเรียน
3. ครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนเพื่อเตรียมเรียนรู้เนื้อหาใหม่

บทบาทนักเรียน

1. นักเรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้
2. นักเรียนร่วมกันคิด ระลึกถึงความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการตอบคำถาม
3. นักเรียนดำเนินการแบ่งกลุ่มตามที่ครูกำหนด

ขั้นสอน

1. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการของเรื่องที่จะเรียนรู้
2. ครูนำเสนอปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบโดยครูคอยชี้แนะเป็นระยะ ดังนี้

2.1 ทำความเข้าใจโจทย์ โดยครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจโจทย์และให้ตอบคำถามว่าโจทย์ต้องการทราบอะไรและโจทย์ข้อนี้กำหนดอะไรมาให้บ้าง

2.2 วางแผนการดำเนินการ โดยครูให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิด ก่อนการเขียนประโยคสัญลักษณ์ในการแก้ปัญหา

2.3 ดำเนินการตามแผน โดยให้นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มช่วยกันคิดวิเคราะห์และสรุปแนวทางการแก้ปัญหาโดยการแสดงวิธีทำโดยครูคอยชี้แนะ กำกับ อย่างสม่ำเสมอ

2.4 ตรวจสอบคำตอบ โดยครูฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบด้วยการใช้คำถามนำ เช่น คำตอบที่ได้มาจากไหน มีวิธีคิดอย่างไร โดยใช้คำถามนำแบบย้อนกลับไปหาโจทย์ตามลำดับขั้นตอน ใช้เครื่องหมายดำเนินการที่ตรงกันข้าม การตรวจสอบคำตอบโดยการหาค่าประมาณใกล้เคียงเป็นจำนวนเต็ม

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยนำเสนอปัญหาใหม่ ครูคอยชี้แนะ กำกับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแสดงวิธีหาคำตอบ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอชิ้นงาน

บทบาทครู

1. ครูนำเสนอปัญหาที่ต้องการเรียนรู้
2. ครูคอยควบคุม ชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์โจทย์ในการหาคำตอบและเรียนรู้ร่วมกันเกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ ขั้นวางแผนการดำเนินการ ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบคำตอบ
3. ครูร่วมกับนักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับและหลักการแก้โจทย์ปัญหา
4. ครูคอยชี้แนะ กำกับ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยนำเสนอปัญหา โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแสดงวิธีหาคำตอบ แล้วเขียนรายงานเพื่อนำเสนอชิ้นงาน

บทบาทนักเรียน

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเรียนรู้หลักการใหม่ของเรื่องที่จะเรียนรู้ ระลึกความรู้เกี่ยวกับหลักการแก้โจทย์ปัญหา
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดวิเคราะห์และดำเนินการแก้ปัญหา ตามกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ ขั้นการวางแผนดำเนินการ ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบคำตอบ
3. นักเรียนร่วมกับครูสรุปความรู้ที่ได้รับและหลักการแก้โจทย์ปัญหา
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ด้วยโจทย์ปัญหาที่คล้ายคลึง และร่วมกันเขียนรายงานและนำเสนอชิ้นงาน

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสะท้อนคิดผ่านชิ้นงานกลุ่มที่นำเสนอ
2. ครูฝึกให้นักเรียนแต่ละคนได้นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่คล้ายคลึงและแตกต่างด้วยการทำใบกิจกรรมและใบงานที่ครูสร้างขึ้น
3. ครูฝึกให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาและฝึกทำโจทย์ที่แตกต่างด้วยใบงาน

บทบาทครู

1. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสะท้อนคิดผ่านกลุ่มที่นำเสนอ และสรุปบทเรียน
2. ครูควบคุม กำกับ ชี้แนะ และให้ความรู้เป็นระยะเพื่อให้นักเรียนฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยโจทย์ที่คล้ายคลึงและ โจทย์ที่แตกต่าง

3. ครูฝึกประสบการณ์แก้ปัญหาเพิ่มโดยมอบหมายงานให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน

บทบาทนักเรียน

1. นักเรียนร่วมกับครูเฉลยบทเรียนแล้วสรุปความรู้ที่ได้รับ
2. นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยการทำโจทย์ที่คล้ายคลึงและแตกต่าง
3. นักเรียนฝึกประสบการณ์แก้ปัญหาเพิ่มโดยการสร้างโจทย์ปัญหา

ระยะที่ 3 ดำเนินการหลังการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนโดยการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรม SPSS for WINDOW จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามathematics แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.4.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนด้านความสามารถในการแก้ปัญหามathematics หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t -test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้านความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติ t - test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t - test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติ t - test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยค่าสถิติ t – test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4.6 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติ t – test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากแบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนและแบบสังเกตคุณลักษณะของผู้เรียน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) เพื่อสรุปเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแบบความเรียง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมประมวลผลทางสถิติและโปรแกรมแผ่นตารางทำการ (spread sheet) มีรายละเอียดดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ ได้แก่

2.1 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ใช้สูตรการวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitey and Sabers, 1970 อ้างถึงใน ล้วนและอังคณา สายยศ. 2539: 199)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

3.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มเป็นอิสระจากกัน (Independent Sample t-test)

3.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มทดลองและการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองและหลังทดลองของกลุ่มควบคุม ใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มเป็นไม่อิสระจากกัน (Dependent Sample t-test)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลใน 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนและศึกษาองค์ประกอบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันประกอบด้วย

2.1 ผลการทดลองใช้รูปแบบในเชิงปริมาณ

2.2 ผลการทดลองใช้รูปแบบในเชิงคุณภาพ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน

ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันนั้น เริ่มจากการศึกษาความต้องการและสภาพปัญหา ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของปัญหาที่ชัดเจน และเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดที่สามารถส่งเสริมทักษะทั้ง 3 ด้าน คือศึกษาแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อนำมาสร้างรูปแบบการเรียนการสอน กำหนดกรอบแนวคิดและลักษณะสำคัญที่นำไปสู่การพัฒนาตรวจสอบรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำรูปแบบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพความสอดคล้องระหว่างแนวคิดกับรูปแบบการเรียนการสอน การประเมินผลรูปแบบด้วยการตรวจสอบตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ และตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนน จึงปรากฏผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะดังนี้

<p>หลักการที่เกิดจากการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สร้างปัญหาที่ท้าทายหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันที่กระตุ้นความสนใจผู้เรียนในการแสวงหาความรู้หรือหาวิธีการใช้แก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย นำตนเองและสัมพันธ์ความรู้เดิมที่มีกับสถานการณ์ปัญหา 2. แบ่งกลุ่มผู้เรียน คำนึงถึงพื้นฐานความรู้เดิมที่หลากหลาย รับผิดชอบต่อเป้าหมายร่วมกัน วิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน โดยเน้นสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แสวงหาความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาอย่างกระตือรือร้น คำตอบหรือวิธีการที่ได้ อาจมีได้หลายวิธี 3. เรียนรู้ร่วมกันอย่างเป็นธรรมชาติทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ผู้เรียนรับผิดชอบในสิ่งที่เรียนรู้ พุดคุย อธิบายและแสดงผลผลร่วมกัน สะท้อนความคิดในประเด็นที่ท้าทาย ได้แย้งเพื่อความเข้าใจในความรู้นั้น นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานได้ 4. สื่อสาร แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เพื่อให้ได้แนวคิดหรือแนวทางการหาคำตอบหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา



<p>วัตถุประสงค์ของรูปแบบ</p> <p>เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์</p>



ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ		
<p>ขั้นที่ 1</p> <p>กระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญปัญหาที่ท้าทาย</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจด้วยการจัดสภาพแวดล้อมเชิงคณิตศาสตร์และแนะนำแหล่งข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน 2. ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนช่วยกันหาคำตอบ 3. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มขนาด 4 คน โดยผลัดความสามารถ ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้สัดส่วน 1:1:2 4. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ 	<p>ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์</p>
<p>ขั้นที่ 2</p> <p>ลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทุกคนพิจารณาว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรและใช้ความรู้อะไรทางคณิตศาสตร์ 2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดเป้าหมายของงานที่ต้องการ วิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหา เพื่อระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้โดยการระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น นิยาม สมบัติ สูตร 3. นักเรียนในแต่ละกลุ่มลงมือสืบค้นเพื่อเรียนรู้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่ใช้ในการหาคำตอบโดยมีการช่วยเหลือพึ่งพากัน ด้วยความกระตือรือร้น 	<p>ส่งเสริมความสามารถในด้าน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ - การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>ร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่มกลุ่ม</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นแนวทางการแก้ปัญหาและนำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ เข้าใจโดยการ <ul style="list-style-type: none"> - พุด เขียน เพื่อสื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ - พุด เขียน เพื่อสื่อความหมายโดยใช้หลักการ และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อตอบปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม - นำเสนอวิธีการอย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ และสมบูรณ์ 2. ตัวแทนผู้เรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และสะท้อนความคิด มีการโต้แย้งร่วมกันเพื่อแสดงผลผลร่วมกัน และตรวจสอบความรู้ สรุปและเลือกเป็นมติ ซึ่งอาจจะมีหลายแนวทาง 	<p>ส่งเสริมความสามารถในด้าน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ - การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
<p>ขั้นที่ 4</p> <p>นำไปประยุกต์</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้ตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้และนำไปใช้ในการดำเนินแก้ปัญหาและการอธิบาย เพื่อสร้างชิ้นงาน 2. กำกับให้ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันและแตกต่าง เพื่อสร้างชิ้นงาน 	<p>ส่งเสริมความสามารถในด้าน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ - การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ - การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



<p>ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์</p>
--



<p>การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามรูปแบบ</p>

ภาพที่ 12 ผลการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอน

ผลจากการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
3. ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ
4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

หลักการ

ผลของหลักการที่เกิดจากการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน จากการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ได้ศึกษาความต้องการและสภาพปัญหา ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของปัญหาที่ชัดเจน และเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดที่สามารถส่งเสริมทักษะทั้ง 3 ด้านได้ พบว่ามี 2 แนวคิด ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้ร่วมกัน จึงนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อกำหนดลักษณะสำคัญของกรอบแนวคิดและหลักการที่จะนำไปสู่การบูรณาการ ผลจากการบูรณาการหลักการทั้งสองพบว่ามีลักษณะดังต่อไปนี้

1. สร้างปัญหาที่ท้าทายหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ที่กระตุ้นความสนใจผู้เรียนในการแสวงหาความรู้หรือหาวิธีการใช้แก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย นำตนเองและมีการสัมพันธ์ความรู้เดิมที่มีกับสถานการณ์ปัญหา
2. แบ่งกลุ่มผู้เรียน คำนึงถึงพื้นฐานความรู้เดิมที่หลากหลาย รับผิดชอบต่อเป้าหมายร่วมกัน วิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน โดยเน้นสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แสวงหาความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหานั้น อย่างกระตือรือร้น คำตอบหรือวิธีการที่ได้ในการแก้ปัญหามีได้หลายวิธี
3. เรียนรู้ร่วมกันอย่างเป็นธรรมชาติทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ผู้เรียนรับผิดชอบในสิ่งที่เรียนรู้ พูดคุย อธิบายและแสดงเหตุผลร่วมกัน สะท้อนความคิดในประเด็นที่ท้าทาย ได้แย้งเพื่อความเข้าใจในความรู้ที่ได้นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานได้
4. สื่อสาร แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เพื่อให้ได้แนวคิดหรือแนวทางในการหาคำตอบหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ

จากหลักการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นพบว่า ได้ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญปัญหาที่ท้าทาย

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจด้วยการจัดสภาพแวดล้อมเชิงคณิตศาสตร์และแนะนำแหล่งข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน
2. ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ
3. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม ขนาด 4 คน โดยคละความสามารถ ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย คนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้สัดส่วน 1:1:2
4. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายทางคณิตศาสตร์ หรือปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ

บทบาทครู

ในขั้นนี้ครูมีบทบาทที่สำคัญคือ สร้างความสนใจให้กับนักเรียนด้วยการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ มีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้ที่ตองนำไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ทั้งความรู้เดิมที่มีและความรู้ใหม่ที่ต้องเรียนรู้ จัดการแบ่งกลุ่มผู้เรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการเรียนรู้

บทบาทนักเรียน

ในขั้นนี้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญคือ ต้องสร้างความพร้อมในการเรียนรู้โดยต้องรู้จักสังเกตแหล่งเรียนรู้ อ่าน คิด วิเคราะห์ และหาคำตอบของปัญหาได้ ระลึกถึงความรู้เดิมที่มีเพื่อสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่ต้องนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ดำเนินการแบ่งกลุ่มตามที่ครูกำหนด

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้

1. ผู้เรียนทุกคนพิจารณาว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรและใช้ความรู้อะไรทางคณิตศาสตร์
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดเป้าหมายของงานที่ต้องการ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและเงื่อนไขของปัญหา เพื่อระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้โดยการระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์

3. ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มลงมือสืบค้น เพื่อเรียนรู้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยมี การช่วยเหลือพึ่งพากัน ด้วยความกระตือรือร้น

บทบาทครู

ในขั้นนี้ครูมีบทบาทที่สำคัญคือ มีการใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนค้นพบประเด็นปัญหาหลัก ประเด็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาซึ่งเป็นเป้าหมายเดียวกันในการเรียนรู้ ชี้นำให้รู้จักวิเคราะห์และหาความรู้เพิ่ม ช่วยเหลือเป็นระยะเพื่อให้กลุ่มทำงานบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

บทบาทนักเรียน

ในขั้นนี้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญคือ ร่วมกันวิเคราะห์ประเด็นปัญหา กำหนดเป้าหมายของงาน แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ แสวงหาข้อมูลที่ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการสัมพันธ์ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 2 หัวข้อขึ้นไปเพื่อหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่มติกลุ่ม

1. แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นแนวทางการแก้ปัญหาและนำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนคนอื่นๆ เข้าใจโดยการ

- พูด เขียน เพื่อสื่อสารโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์

- พูด เขียน เพื่อสื่อความหมายโดยอาศัยหลักการ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อตอบปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม

- นำเสนอวิธีการหาคำตอบโดยใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และใช้หลักการทางคณิตศาสตร์อย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์

2. ตัวแทนผู้เรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนคนอื่นๆ ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และสะท้อนความคิด มีการโต้แย้งร่วมกันเพื่อแสดงเหตุผลร่วมกัน และตรวจสอบความรู้ สรุปและเลือกเป็นมติ ซึ่งอาจจะมีหลายแนวทาง

บทบาทครู

ในขั้นนี้ครูมีบทบาทที่สำคัญคือ กำกับ ชี้นำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ พูด เขียน เพื่อสื่อสาร สื่อความหมายแนวคิดเพื่อให้นักเรียนภายในกลุ่มเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์ รวมทั้งการสะท้อนคิดร่วมกับนักเรียน

บทบาทนักเรียน

ในขั้นนี้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญคือ ต้องร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามแนวทางการแก้ปัญหาจากการไปแสวงหาความรู้ โดยการ พูด เขียน สื่อสาร สื่อความหมายแนวคิด และนำเสนอ

ขั้นที่ 4 นำไปประยุกต์

1. ให้ตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้และนำไปใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา และการอธิบาย เพื่อสร้างชิ้นงาน
2. กำกับให้ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงหรือแตกต่าง เพื่อสร้างชิ้นงาน

บทบาทครู

ในขั้นนี้ครูมีบทบาทที่สำคัญคือ การฝึกประสบการณ์ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาทั้งรายกลุ่มและรายบุคคลไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึงและแตกต่าง โดยครูคอยอำนวยความสะดวก กำกับ และชี้แนะให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้

บทบาทนักเรียน

ในขั้นนี้นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญคือ ต้องรู้จักประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับ โดยการฝึกประสบการณ์ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึงและแตกต่าง

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ ผ่านการใช้แผนการจัดการเรียนรู้และการทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใน 2 ด้าน ดังนี้

เชิงปริมาณ

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาที่นักเรียนเคยเรียนรู่มาก่อนแล้ว มีทั้งเนื้อหาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ในภาคการศึกษาต้น เพื่อวัดความสามารถพื้นฐานของนักเรียน ได้แก่ ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์
2. ดำเนินการทดสอบหลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบคู่ขนานวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็น โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์

เชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลระหว่างเรียนด้วยการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องแล้วนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้ได้ตรวจสอบ ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน รวมทั้งนักเรียนก็มีการบันทึกการเรียนรู้ของตนเองเพื่อสรุปความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการเรียน พร้อมทั้งนำไปใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน

ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดตรนาราม จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องทดลอง และห้องควบคุม ผลสรุปได้ ดังนี้

ผลการทดลองใช้รูปแบบในเชิงปริมาณ

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการทดลอง

1.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

1.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

1.3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
กลุ่มทดลอง	24	9.46	4.606	.185
กลุ่มควบคุม	24	7.63	4.826	

* P < .05

จากตารางพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองเท่ากับ 9.46 คะแนน และ 7.63 คะแนนตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 27 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
กลุ่มทดลอง	24	10.00	3.600	.559
กลุ่มควบคุม	24	9.38	3.751	

* P < .05

จากตารางพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองเท่ากับ 10.00 คะแนน และ 9.38 คะแนนตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
กลุ่มทดลอง	24	6.08	3.501	.570
กลุ่มควบคุม	24	6.58	2.466	

* P < .05

จากตารางพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลองเท่ากับ 6.08 คะแนน และ 6.58 คะแนนตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการทดลองซึ่งพิจารณาจากการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบสมมุติฐานการวิจัย แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมุติฐานมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
กลุ่มทดลอง	24	13.75	5.152	0.014*
กลุ่มควบคุม	24	10.83	3.608	

* P < .05

จากตารางพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลองเท่ากับ 13.75 คะแนน และ 10.83 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของคะแนนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 27 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
กลุ่มทดลอง	24	14.13	6.986	.020*
กลุ่มควบคุม	24	10.42	5.053	

* P < .05

จากตารางพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลองเท่ากับ 14.13 คะแนน และ 10.42 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของคะแนนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
กลุ่มทดลอง	24	9.75	4.406	.009*
กลุ่มควบคุม	24	7.25	2.364	

* P < .05

จากตารางพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลองเท่ากับ 9.75 คะแนน และ 7.25 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและทดลอง (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
คะแนนก่อนเรียน	24	9.46	4.606	.000*
คะแนนหลังเรียน	24	13.75	5.152	

* P < .05

จากตารางพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนทดลองและหลังทดลองเท่ากับ 9.46 คะแนน และ 13.75 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง (คะแนนเต็ม 27 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
คะแนนก่อนเรียน	24	10.00	3.600	.001*
คะแนนหลังเรียน	24	14.13	6.986	

* P < .05

จากตารางพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนทดลองและหลังทดลองเท่ากับ 10.00 คะแนน และ 14.13 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)

	N	\bar{X}	SD	P
คะแนนก่อนเรียน	24	6.08	3.501	.000*
คะแนนหลังเรียน	24	9.75	4.406	

* $P < .05$

จากตารางพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนทดลองและหลังทดลองเท่ากับ 6.08 คะแนน และ 9.75 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดลองใช้รูปแบบในเชิงคุณภาพ

ผลการศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างเรียน ที่เก็บข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน จากการบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน ใน 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะที่ 3 ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. พัฒนาการพฤติกรรมด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 ด้านทำความเข้าใจโจทย์

ระยะที่ 1 ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน บันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยหานี้นักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ มองไม่เห็นโจทย์ ไม่ทราบว่าจะหาคำตอบได้อย่างไร ครูจึงมีบทบาทสำคัญที่ต้องชี้แนะ โดยตรงให้นักเรียนฝึกสังเกตสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น โดยการอ่านสถานการณ์ปัญหาที่มีทั้งข้อความและรูปภาพประกอบ ซึ่งจะทำให้น่าสนใจมากขึ้น นักเรียนกลุ่มเก่งก็สามารถเข้าใจได้รวดเร็ว สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลางบางส่วนและกลุ่มอ่อน ครูต้องคอยชี้แนะและฝึกให้

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน บัณฑิตการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนในกลุ่มทดลอง เริ่มคุ้นเคยกับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มขนาดเล็กมากขึ้น พบว่า กลุ่มอ่อนและกลุ่มปานกลางบางส่วนไม่สามารถเรียนรู้ตามลำพังได้ ต้องคอยถามนักเรียนที่เรียนเก่งและครูผู้สอนมากขึ้น กล้าที่จะพูดและถาม ดังนั้นบางครั้งครูจึงต้องให้ความรู้เพิ่มเป็นระยะ โดยเฉพาะเนื้อหาใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนรู้มาก่อน เช่น จากเดิมเรียนรู้เรื่องการบวกทศนิยม ต่อมาก็เรียนรู้เรื่องการลบทศนิยม การคูณทศนิยม การหารทศนิยม และการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมที่นำทศนิยมมาใช้ที่ค่อยๆ เรียนรู้จากเรื่องง่ายไปหาเรื่องยากตามลำดับ นักเรียนจะมีการช่วยเหลือกัน เด็กเก่งที่จะต้องอธิบายเพื่อนๆ ในกลุ่ม ก็จะรู้ว่าได้ฝึกทักษะและประสบการณ์มากขึ้น แม้จะทำให้เสียเวลาในการทำงานบ้าง นักเรียนเริ่มรู้จักสังเกต คิด วิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาที่ไม่มีโครงสร้าง มีตัวลวง และสามารถเลือกดำเนินการกับโจทย์ที่มีหลายคำตอบได้ มีวิธีการคิดที่หลากหลาย นักเรียนเริ่มเรียนรู้ สนุกสนาน ตื่นเต้นและคุ้นเคยกับโจทย์มากขึ้น สามารถเสนอแนะข้อบกพร่องของโจทย์ได้ เช่น ชื่อสถานการณ์ไม่เหมาะสมกับเนื้อหา เนื้อหาไม่เหมาะสมกับรูปภาพ ประกอบ สถานการณ์ปัญหา ข้อความในสถานการณ์ขาดความชัดเจนทำให้ไม่รู้ว่าจะตอบคำถามอย่างไร สิ่งสำคัญที่ค้นพบอีกอย่างหนึ่งก็คือ ภาพประกอบข้อความที่นักเรียนสามารถพบเห็นในชีวิตประจำวัน ภาพและเรื่องราวที่ใกล้ตัวนักเรียนจะทำให้รู้สึกตื่นเต้น สนใจ กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ อีกทั้งการใช้ชื่อของนักเรียนในห้องเรียน ชื่อครูภายในโรงเรียนประกอบสถานการณ์โจทย์เป็นที่ชื่นชอบมากและรอคอยว่าเมื่อใดจะมีชื่อของตนเองบ้าง สิ่งต่างๆ ที่กล่าวมานี้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในประเด็นต่าง ๆ ได้ เช่น 1) สถานการณ์ปัญหาจะเป็นรูปภาพอะไร หรือชื่อของสถานการณ์คืออะไร (คือ โจทย์ข้อนี้กล่าวถึงเรื่องอะไร) 2) ประเด็นปัญหาคืออะไร 3) ข้อกำหนดเงื่อนไขของปัญหาคืออะไร 4) สถานการณ์ปัญหาจะพูดถึงใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร (คือ โจทย์ข้อนี้กำหนดอะไรมาให้บ้าง) 5) เขาต้องการอะไร (คือ โจทย์ข้อนี้ต้องการทราบอะไร)

หลังจากนั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบประเด็นคำถามย่อยเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ว่า พูดยังใคร ทำอะไร ที่ไหน อย่างไร และโจทย์ข้อนี้ต้องการทราบอะไร แม้ว่าบางคนตอบได้ไม่สมบูรณ์ ชัดเจนเท่าใดนัก สำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาประเด็นปัญหาหลักนั้นก็ยังมีปัญหายู่มาก ส่วนข้อกำหนดเงื่อนไขของปัญหานักเรียนสามารถมองเห็นจากสถานการณ์ปัญหาได้ ปัญหาจึงมีน้อยซึ่งจะพบในเด็กกลุ่มปานกลางบางส่วนและเด็กกลุ่มอ่อน ดังนั้นในช่วงนี้ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการชี้แนะโดยใช้คำถามกระตุ้น คอยควบคุม กำกับ อย่างใกล้ชิดเพื่อให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ ซึ่งเป็นพัฒนาการ โดยธรรมชาติของนักเรียนที่ค่อยเป็นค่อยไป อย่างไรก็ตามนักเรียนกลุ่มเก่ง และกลุ่มปานกลางมีความ มุ่งมั่นในการทำงานร่วมกัน มีความมั่นใจ ใฝ่รู้ใฝ่เรียน และมีระเบียบวินัยอยู่ในระดับดี ในส่วนของการทำงานกลุ่มนั้นมีเพียงกลุ่มเดียวที่ทำงานกลุ่มได้ดี ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ก็ยังมีปัญหาทั้งในด้านการช่วยเหลือและการแบ่งงานกันรับผิดชอบเนื่องจากคนเก่งชอบเก็บงานไว้ทำคนเดียวใน รวมถึงขั้นตอนของการเขียนรายงาน และการนำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียนนั้นมีปัญหามาก ดังนั้น ครูจึงมีบทบาทในการกำกับและชี้แนะให้ทุกคนต้องงานงานแบ่งหน้าที่รับผิดชอบอยู่เสมอด้วยวิธีการต่าง ๆ

ระยะที่ 3 ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลอง จะมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีการช่วยเหลือ พึ่งพากัน ด้วยการพูด การเขียนอธิบายถ้าวิธีการเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พูด เขียน อธิบายความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ หรือมีการชี้แนะให้ไปศึกษาด้วยตนเอง จากเอกสารประกอบการเรียนรู้เรื่องที่กำลังเรียน ซึ่งวิธีการช่วยเหลือแบบครูช่วยชี้แนะนักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มเก่งนำไปชี้แนะนักเรียนกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน พบว่า เป็นวิธีที่ใช้ได้ผลดีกับทุก ๆ เรื่อง นอกจากนี้ยังพบว่า ครูยังมีบทบาทหลักในการช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียนทุกกลุ่ม ครูต้องคอยตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากการตรวจใบกิจกรรม ใบงาน และการทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

1.2 ด้านวางแผนการแก้ปัญหา

ระยะที่ 1 ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน บันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ ไม่คุ้นเคยกับวิธีการวางแผนดำเนินการแก้ปัญหาตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ไม่เข้าใจว่าการคิดหาคำตอบในใจ และการคาดเดาคำตอบนั้นเป็นแนวคิดที่ส่วนหนึ่งของการ

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน บันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้ผู้วิจัยพยายามที่จะสร้างแนวคิดในการวางแผนว่ามีวิธีการใดที่จะทำให้นักเรียนสามารถสรุปปัญหาหลัก และเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องและรวดเร็ว เพื่อนำข้อมูลไปคิดวางแผนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ อย่างถูกต้องได้อย่างไรให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในกลุ่มทดลองด้วยการชี้แนะ ควบคุม กำกับ ให้ศึกษาตัวอย่างการวางแผนจากป้ายนิเทศ ตัวอย่างใบความรู้ และตรวจสอบชิ้นงาน ในระหว่างเรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อพัฒนานักเรียนแต่ละกลุ่ม ทุกกลุ่ม ทุกคนได้เรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง พบว่าการเรียนเป็นกลุ่มเล็กจะทำให้ช่วยเหลือนักเรียนได้ง่ายขึ้นและตรงกับปัญหาของนักเรียน รวมถึงการที่นักเรียนเก่งคอยช่วยเหลือนักเรียนอ่อนอีกทางหนึ่งด้วย ฝึกคิดวิเคราะห์ และนำไปใช้ตอบคำถามให้ตรงประเด็นเนื่องจากแหล่งข้อมูลไม่ได้สมบูรณ์ ทุกประเด็นคำถามตามที่ต้องการเพียงแหล่งเดียว โดยเฉพาะในส่วนของแนวคิดการหาคำตอบก่อนเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่อาจมีทั้งแนวคิดที่เป็นภาษา รูปภาพ แผนภูมิ การคาดเดาคำตอบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รับรู้ เข้าใจ แต่การเขียนอธิบายบางส่วนก็ยังขาดความถูกต้อง ชัดเจน

ระยะที่ 3 ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน บันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนในกลุ่ม

1.3 ด้านดำเนินการตามแผน

ระยะที่ 1 ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนบันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ ทุกคนคุ้นเคยและมีประสบการณ์มาก่อนเมื่อครูชี้แนะเพียงเล็กน้อยในประเด็นคำถามที่มีลักษณะแตกต่างแต่มีความหมายเดียวกัน ในการเรียนรู้ นักเรียนก็สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีทำในการหาคำตอบได้ เช่น แสดงวิธีการแก้โจทย์ข้อนี้ หรือแสดงวิธีทำ ครูเพียงแต่คอยกำกับให้นักเรียนดำเนินการให้ชัดเจนตามขั้นตอน ได้คำตอบที่ถูกต้องบ้างไม่ถูกต้องบ้าง มีคำตอบถูกต้องหลายคำตอบบ้างขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้นและการตัดสินใจตามมติของแต่ละกลุ่มในการเลือกวิธีดำเนินการ อย่างไรก็ตามในกลุ่มปานกลางซึ่งก็ยังคงต้องการความช่วยเหลือจากเพื่อนกลุ่มเก่ง แต่นักเรียนกลุ่มอ่อนครูยังต้องดูแล คอบคุม และกำกับร่วมกับเพื่อนในกลุ่มอยู่ตลอดเวลาจนกว่านักเรียนจะเข้าใจและสามารถปฏิบัติกิจกรรมให้ผ่านไปได้ เป็นครั้งแรกเป็นความเข้าใจที่ไม่คงทน

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน บันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้ครูผู้สอนพยายามจะทำให้นักเรียนระลึกถึงประสบการณ์ที่ผ่านมาเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของการแสดงวิธีทำ และชี้แนะให้ศึกษาตัวอย่างในหนังสือเรียนของกระทรวงศึกษาธิการ เอกสารประกอบการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารประกอบความรู้ในเรื่องที่กำลังเรียน พบว่านักเรียนมีความสนใจและเข้าใจมากขึ้น การทำงานกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนมีความเข้าใจทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น สรุปได้ว่าในระยะนี้นักเรียนสามารถปฏิบัติตามได้ค่อนข้างดีกว่าชั้นอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสิ่งที่ค้นพบที่สำคัญก็คือ

ระยะที่ 3 ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน บันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้ครูผู้สอนจะมีหน้าที่หลักคือคอยตรวจสอบการดำเนินการ วางแผนการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ถูกต้อง และชี้แนะให้ศึกษาตัวอย่างในหนังสือเรียนของกระทรวงศึกษาธิการ เอกสารประกอบความรู้ในเรื่องที่กำลังเรียนและเอกสารต่าง ๆ พบว่านักเรียนมีความสนใจและเข้าใจมากขึ้นจนเป็นน่าพอใจ การทำงานกลุ่มมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนที่มีความเข้าใจทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น สรุปได้ว่าในระยะนี้นักเรียนสามารถปฏิบัติตามได้ค่อนข้างดีขึ้นตามลำดับอย่างต่อเนื่อง

1.4 ด้านตรวจสอบคำตอบ

ระยะที่ 1 ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน บันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ ไม่คุ้นเคยกับวิธีการตรวจสอบคำตอบตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ครูจึงต้องให้ความรู้เป็นระยะว่าการได้มาซึ่งคำตอบนั้นมีที่มาอย่างไรก็ให้คิดย้อนกลับไปตามความจริงเช่นนั้นหรือตามความเข้าใจของตนเอง แต่ละคนอาจจะคิดต่างกันได้แต่คำตอบที่ได้สมเหตุสมผลและคำตอบถูกต้องเป็นจริง ซึ่งพบว่าในเนื้อหาระยะแรกง่ายที่จะตรวจสอบคำตอบเนื่องจากการใช้เครื่องหมายดำเนินการเพียงชนิดเดียว และไม่ซับซ้อน ประกอบกับนักเรียนบางคนมีความรู้พื้นฐานมาบ้าง นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางบางส่วนสามารถตรวจสอบคำตอบได้แต่ไม่ได้อธิบายความสมเหตุสมผล ซึ่งครูจะต้องสรุปและสะท้อนคิดร่วมกับนักเรียนในขั้นตอนการนำเสนอผลงานในชั้นเรียนซึ่งนักเรียนทุกคนจะได้เรียนรู้และสรุปความคิดที่ถูกต้องได้และยอมรับว่าการตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้นง่ายที่จะเข้าใจ

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนบันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้พบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติได้ดีกรณีที่มีเครื่องหมายดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อนเป็นการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม แต่จะมีการตรวจสอบคำตอบยากขึ้นเมื่อมีเครื่องหมายดำเนินการ

ระยะที่ 3 ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนบันทึกการเรียนเรียนรู้ของนักเรียน และแบบฝึกกิจกรรม พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้ยังมีปัญหาเนื่องจากเรื่องที่เรียนรู้นั้นเป็นเรื่องที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน เช่น รูปวงกลม โดยเฉพาะโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการซื้อขาย โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาราคาซื้อหรือขาย โจทย์ปัญหาร้อยละกับการลดราคาและโจทย์ปัญหาการซื้อขายกับการหาร้อยละ นักเรียนยังสับสนอยู่มาก แม้แต่เรื่องที่เคยเรียนรู้มาก่อนเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีการหาพื้นที่โดยใช้สมบัติของด้าน และการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยอาศัยสมบัติของเส้นทแยงมุม เพราะสี่เหลี่ยมชนิดเดียวสามารถหาพื้นที่ได้หลายสูตร พบว่านักเรียนมีปัญหาในการตรวจสอบคำตอบ ดังนั้นครูจึงต้องให้ความรู้ ชี้แนะให้นักเรียนนึกถึงหลักความจริงในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลให้มากขึ้น เช่น ถ้าทุนน้อยก็จะได้กำไรน้อย ถ้าทุนมากก็จะได้กำไรมาก ถ้าจะกู้เงินน้อยก็จ่ายดอกเบี้ยน้อยและถ้ากู้เงินในเวลานานก็ต้องจ่ายดอกเบี้ยมาก กู้เงินในเวลาน้อยก็จ่ายดอกเบี้ยน้อย นักเรียนแต่ละกลุ่มจึงสามารถเข้าใจได้ แต่ก็ยังเขียนข้อความสั้น ๆ เพียงบางส่วน จึงขาดความเข้าใจ ความสัมพันธ์กับโจทย์

2. พัฒนาการพฤติกรรมด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.1 ด้านสื่อสารโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1 ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลอง ส่วนใหญ่จะไม่พูดคุยกันภายในกลุ่มเพื่อนตั้งแต่เริ่มพิจารณาสถานการณ์ปัญหา เพื่อระบุปัญหาหลัก ปัญหาย่อย ระบุหัวข้อ กำหนดเงื่อนไขของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการเรียนรู้อื่นๆ ครูจึงต้องชี้แนะและควบคุมการทำงานกลุ่มให้ทุกคนได้มีส่วนร่วม คนเก่งจะเรียนรู้และเริ่มศึกษาค้นคว้าจาก

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลอง ส่วนใหญ่จะพูดคุยกันเพื่อสื่อสารแนวคิดเป็นภาษาและประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนในกลุ่มเก่งและปานกลางจะเริ่มมีความมั่นใจในการพูด การคิดวางแผนการแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้อง สนุกสนานกับการเรียน มีความสัมพันธ์ระหว่างเด็กเก่งกับเด็กปานกลางมีมากขึ้นเมื่อเด็กอ่อนถามจึงมีการช่วยกันตอบคำถาม ประเด็นที่ค้นพบ คือ เด็กเก่งไม่ชอบตอบคำถามจึงทำให้เด็กอ่อนไม่ยอมเรียน ไม่ยอมถาม จึงต้องถามครูเพื่อให้ชี้แนะอยู่เสมอ นอกจากนี้ยังพบว่า การชี้แนะให้ศึกษา ค้นคว้าหาคำตอบ หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำได้ แต่การนำเสนอวิธีการ โดยการเขียนจะมีการสรุปใจความทั้งสมบูรณ์และขาดความสมบูรณ์ ในการเขียนรายงานผู้สอนต้องพยายามแก้ปัญหาในหลายวิธี ได้แก่ 1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานภายในชั่วโมงเรียน 2) ให้แต่ละกลุ่มไปเขียนรายงานมาจากบ้าน 3) ให้กลุ่มที่จะนำเสนอชิ้นงานไปเขียนรายงานมาจากบ้าน แต่ก็ยังไม่ได้ผล และพบว่าวิธีการที่ได้ผลที่สุดที่สามารถทำให้กลุ่มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่

1. แบ่งประเด็นคำถามแล้วช่วยกันเขียน
2. ตัดประเด็นคำถามที่นักเรียนเข้าใจง่ายและเรียนรู้ได้ง่ายออกไป ได้แก่ โจทย์ข้อนี้กล่าวถึงเรื่องอะไร โจทย์ข้อนี้ต้องการทราบอะไร โจทย์ข้อนี้กำหนดอะไรมาให้บ้าง ข้อใดที่นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มและระบุแหล่งข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้า

3. เพื่อเป็นการกระตุ้นให้แต่ละกลุ่มทำงานเสร็จทันเวลาที่กำหนดจึงให้นักเรียนกลุ่มที่ทำเสร็จช้าออกมานำเสนอ แต่ในบางครั้งก็ให้กลุ่มที่ทำงานเสร็จก่อนนำเสนอเพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียน ปรากฏว่าเห็นผลชัดเจนมากนักเรียนทุกกลุ่มมีความกระตือรือร้น สนุกสนาน ช่วยกันเขียนคนละมุม และไม่เบื่อหน่ายกับการเขียนรายงานเหมือนกับครั้งที่ผ่านมา สามารถทำกิจกรรมเสร็จภายใน 10-15 นาที นอกจากกลุ่มที่ยังตกลงกันไม่ได้ว่าใครจะเขียนเรื่อง

ในการนำเสนอชิ้นงานนั้น มีนักเรียนช่วยกันนำเสนอวิธีการ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ใช้ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ทุกคนภายในกลุ่ม บางครั้งก็ใช้ตัวแทนกลุ่ม ซึ่งครูจึงต้องตรวจสอบ ชี้แนะในสิ่งที่ถูกต้องผ่านการนำเสนอของนักเรียน รวมถึงสมาชิกกลุ่มอื่นๆ โดยเฉพาะที่ศึกษาสถานการณ์เดียวกัน เช่น สถานการณ์ปัญหาที่ 1 กลุ่มที่ 1-3 และสถานการณ์ปัญหาที่ 2 กลุ่มที่ 4-6 พบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการเรียนรู้ในระดับดี

ระยะที่ 3 ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลองพูดคุยกันเพื่อสื่อสารแนวคิดเป็นภาษาและประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พูดสื่อความหมายหลักการทางคณิตศาสตร์ ตลอดเวลาเป็นที่น่าพอใจ นักเรียนโดยทั่วไปมีความมั่นใจในการพูด การคิดวางแผนการแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้อง สนุกสนานกับการเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น พบว่าการทำงานกลุ่มและการนำเสนอชิ้นงานเป็นการสื่อสารการสื่อความหมาย และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง

2.2 ด้านการสื่อความหมายโดยอาศัยความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1 ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนทุกกลุ่มในกลุ่มทดลองยังไม่คุ้นเคยกับการสื่อความหมายโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถพูด เขียน อธิบายแนวคิดโดยใช้หลักการได้ ครูจึงมีบทบาทที่สำคัญมากในการให้ความรู้เพิ่มเป็นระยะ และชี้แนะโดยใช้คำถามนำ คอยควบคุม และฝึกการเขียนให้นักเรียนเขียน และพูดถึงหัวข้อความรู้หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ แล้วนำเสนอชิ้นงาน ช่วงนี้นักเรียนเก่งจะเขียนเพียงคนเดียวทุกกลุ่ม ทำให้ทำงานช้ามากมีเวลาในการนำเสนอชิ้นงาน แต่การนำเสนอ นักเรียนภายในกลุ่มมีการช่วยเหลือกันได้ดี ครูคอยกำกับในประเด็นคำถามต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มอื่นได้พูดเพื่อสะท้อนความคิด นำเสนอในประเด็นที่ต่าง ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าคำตอบในแต่ละประเด็นอาจจะมีหลายแนวทาง

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่จะพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อสื่อความหมาย แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษาที่เข้าใจมากขึ้นและสามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยดูแลอย่างใกล้ชิด นักเรียน

ระยะที่ 3 ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลองจะมีการพูด เขียน อธิบายกับกลุ่มเพื่อนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ สังเกตหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เน้นของแต่ละเรื่องที่ได้ศึกษาได้ดีกับนักเรียนทุกคน เนื่องจากสามารถศึกษาได้จากเอกสารประกอบการเรียนรู้จากเรื่องที่เรียน

2.3 ด้านการนำเสนอวิธีการอย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน สมบูรณ์

ระยะที่ 1 ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลอง ส่วนใหญ่ไม่ให้ความร่วมมือในการนำเสนอแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากไม่คุ้นเคยกับการเรียนแบบกลุ่มที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนทั้งกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน รวมถึงการนำเสนอชิ้นงานที่มีผู้นำเสนอคือคนเก่งภายในกลุ่มทุกกลุ่ม คนอื่นๆที่อยู่ในชั้นเรียนก็ไม่ร่วมสะท้อนคิดเท่าที่ควร อาจจะเป็นเนื่องจากนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์ไม่เพียงพอ ดังนั้นครูจึงมีบทบาทสำคัญในการชี้แนะ กำกับ ให้ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาให้เข้าใจตามลำดับขั้นตอน

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลอง ส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการนำเสนอแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเริ่มคุ้นเคยกับการเรียนแบบกลุ่มที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน รวมถึงการนำเสนอชิ้นงานที่ทุกคนต้องเปลี่ยนกันเป็นผู้นำเสนอให้ทั่วถึงทุกคนและพบว่านักเรียนปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ คนอื่นๆที่อยู่ในชั้นเรียนก็ร่วมสะท้อนคิด โดยเฉพาะกลุ่มที่ปฏิบัติใบกิจกรรมเดียวกันที่มีแนวคิดและวิธีการในการหาคำตอบที่แตกต่างกัน รวมถึงกลุ่มที่มีคำตอบที่แตกต่างกันด้วย

ระยะที่ 3 ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนกลุ่มทดลองให้ความร่วมมือในการนำเสนอแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเรียนรู้วิธีการของ

3. พัฒนาการพฤติกรรมด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ด้านระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1 ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยษนี้่นักเรียนกลุ่มทดลอง ส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคย ไม่รู้จักหัวข้อความรู้หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ หรือไม่รู้จักสังเกต เมื่อครูชี้แนะนักเรียนในกลุ่มเก่ง และกลุ่มปานกลางบางส่วนจะมีความเข้าใจ และแสดงความสัมพันธ์หัวข้อความรู้เพื่อหาคำตอบได้บ้าง เนื่องจากมีความรู้และประสบการณ์เดิม เช่น หลักการบวกทศนิยม หลักการลบทศนิยม หลักการคูณทศนิยม หลักการ โจทย์ปัญหาทั่วไป และสูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส และสูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น อย่างไรก็ตามครูก็ยังมีบทบาทสำคัญในการให้ความรู้เป็นระยะกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน ชี้แนะ กำกับให้นักเรียนจากกลุ่มสังเกตเรื่องที่กำลังเรียนรู้ จากข้อความของหลักการทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารประกอบการเรียนรู้ จากป้ายนิเทศ ที่เรียนมาแล้ว รู้จักอ่าน ท่องและจำ หลักการของสาระสำคัญประเด็นของคำถามเพื่อหาคำตอบได้ถูกต้อง ฝึกการหาคำตอบและฝึกสัมพันธ์หัวข้อปัญหาเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ต้องนำมาใช้แก้ปัญหาเพื่อให้ได้วิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า การฝึกสังเกตว่าแต่ละเรื่องที่เรียนจะเป็น โจทย์ปัญหาทั้งหมด ดังนั้นทุกเรื่องที่ต้องเรียนรู้จะต้องสัมพันธ์กับ โจทย์ปัญหาทั่วไป เป็นคู่แรก ส่วนคู่ต่อ ๆ ไป อาจจะเป็นการคูณจำนวนนับกับการคูณทศนิยม ความสัมพันธ์ของเศษส่วนกับทศนิยมพบว่า นักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางบางส่วนสามารถพัฒนาการได้ดี นักเรียนที่เหลือครูและเพื่อนต้องคอยกำกับ และชี้แนะรวมถึงอำนวยความสะดวกในหลายวิธี เช่น ให้สังเกตว่ากำลังเรียนรู้เรื่องอะไร จะคิดหาคำตอบได้ไหม ต้องมีความรู้เรื่องอะไรมาก่อน มีความรู้เพียงพอที่จะแก้ปัญหาได้แล้วหรือไม่ ชี้แนะหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อการทำงานให้สำเร็จได้

ระยะที่ 2 ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมในระยษนี้่นักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มองเห็นความสัมพันธ์อธิบายหลักการได้แก่การเขียนสื่อความยังไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะกลุ่มเก่งมีพัฒนาการที่ดีมาก สามารถระบุหัวข้อความรู้ที่สัมพันธ์กับปัญหา และสัมพันธ์ปัญหาเกี่ยวกับความรู้ใหม่ได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนจะมีความเพลิดเพลินในการทำงาน มีระเบียบวินัย และมีความมุ่งมั่นที่

ระยะที่ 3 ช่วงปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะนี้นักเรียนในกลุ่มทดลองในภาพรวมมีพัฒนาการที่ดี สามารถระบุหัวข้อความรู้ที่สัมพันธ์กับปัญหา และสัมพันธ์ปัญหากับความรู้อื่นได้ถูกต้อง นักเรียนจะมีความสามารถในการทำงานกลุ่ม มีระเบียบวินัย และมีความมั่นใจในตนเองมุ่งมั่นที่จะสัมพันธ์หัวข้อความรู้ พบว่าเด็กปานกลางและเด็กอ่อนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น แต่ก็ยังมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่เข้าใจการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ยังพบว่าระบุข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์เพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียวจึงมองไม่เห็นความสัมพันธ์ของหัวข้อความรู้ ครูจึงต้องชี้แนะรายบุคคลโดยยกตัวอย่าง เช่น ความสัมพันธ์คู่ที่ 1 คือ โจทย์ปัญหาทั่วไปสัมพันธ์กับ โจทย์ปัญหาร้อยละ คู่ที่ 2 คือ ความสัมพันธ์ของการคูณกับการหารหรือการใช้บัญญัติไตรยางศ์ คู่ที่ 3 คือ โจทย์ปัญหาทั่วไปกับ โจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขาย คู่ที่ 4 คือ โจทย์ปัญหาทั่วไปกับ โจทย์ปัญหาการหารค่าซื้อขายกับการหาร้อยละ คู่ที่ 5 คือ โจทย์ปัญหาทั่วไปกับ โจทย์ปัญหาร้อยละกับ ดอกเบี้ย เป็นต้น นอกจากนี้การเขียนอธิบายหลักการเพื่อสื่อความหมายนั้นก็ต้องเน้นให้ถูกต้องครบถ้วน อย่างไรก็ตามครูจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสรุปบทเรียน และแสดงวิธีการเชื่อมโยงที่เด่นชัด พร้อมกับชี้แนะให้นักเรียนสังเกตอย่างสม่ำเสมอตลอดการเรียนรู้อีก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการดำเนินการดังนี้

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในด้านการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติ

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในด้านการแก้ปัญหาคือ การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน ก่อนและหลังทดลอง

2.3 ศึกษาพัฒนาการในด้านการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเรียน

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนในกลุ่มปกติ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน

1. ศึกษาความต้องการและสภาพปัญหา
2. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

3. การพัฒนารูปแบบ ตรวจสอบรูปแบบและทดลองใช้รูปแบบ

ขั้นที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. เครื่องมือในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้
2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 2.1 เชิงปริมาณ ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.2 เชิงคุณภาพ ได้แก่ 1) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน 2) บันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารประกอบหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.3 คัดเลือกเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อนำมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

1.4 วิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระ และกำหนดจำนวนชั่วโมงให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกำหนดเนื้อหาออกเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ เรื่องทศนิยม 16 ชั่วโมง รูปสี่เหลี่ยม 6 ชั่วโมง รูปวงกลม 4 ชั่วโมง และบทประยุกต์ 12 ชั่วโมง รวม 38 ชั่วโมง

1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบของแผน ดังนี้ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ระดับชั้น จำนวนชั่วโมง มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เนื้อหา และจุดประสงค์

1.7 นำผลจากการประเมิน และข้อคิดเห็นต่าง ๆ จากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุง เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องละ 2 ฉบับ พร้อมทั้งแบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดธรรมาราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน ดังนี้ ห้อง ป. 6/2 จำนวน 24 คน เป็นห้องทดลอง ห้อง ป. 6/3 จำนวน 24 คน เป็นกลุ่มควบคุม

3.2 ดำเนินการทดลองโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แผนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – experimental Research) แบบสองกลุ่มวัดก่อนและหลังการทดลอง และมีการทดสอบก่อนหลังการทดลอง (The Pretest – Posttest Control Group Design) โดยดำเนินการเป็น 3 ระยะ คือ 1) การดำเนินการก่อนการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบก่อนเรียน โดยทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2) ดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวความคิดการเรียนรู้ร่วมกัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแนวคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ใช้เวลาสอนวันละ 38 ชั่วโมง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ 3) ดำเนินการหลังการทดลอง โดยทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบคู่ขนาน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺ for window โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนทดลองและหลังทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยการทดสอบค่าที (t – test Dependent) และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบค่าที (t – test Independent)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยโดยการนำเสนอ 2 ประเด็น คือ ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน และผลจากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1. ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน

ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน โดยการ บูรณาการแนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวความคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ หลักการ

1.1 หลักการ

ผลของหลักการที่เกิดจากการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีการสร้างปัญหาที่ท้าทายหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ที่กระตุ้นความสนใจผู้เรียนในการแสวงหาความรู้หรือหาวิธีการสำหรับใช้แก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายด้วยการนำตนเองและมีการสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมที่มีกับสถานการณ์ปัญหา

2. มีการแบ่งกลุ่มผู้เรียน โดยคำนึงถึงพื้นฐานความรู้เดิมที่หลากหลาย มีความรับผิดชอบต่อเป้าหมายร่วมกัน ลงมือวิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน โดยเน้นการระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหานั้นอย่างกระตือรือร้น ซึ่งคำตอบหรือวิธีการที่ได้ในการแก้ปัญหามีได้หลายวิธี

3. มีการเรียนรู้ร่วมกันอย่างเป็นธรรมชาติทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ผู้เรียนรับผิดชอบในสิ่งที่เรียนรู้ มีการพูดคุย อธิบายและแสดงเหตุผลร่วมกัน รับฟังและสะท้อนความคิด ในประเด็นที่ท้าทายของคนอื่น มีการโต้แย้งเพื่อความเข้าใจในความรู้ที่ได้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานได้

4. ในระหว่างการเรียนมีการทำงานร่วมกันในกลุ่มย่อย มีการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เพื่อให้ได้แนวคิดหรือแนวทางในการหาคำตอบ หรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา การสื่อสารระหว่างกลุ่มจะช่วยให้ผู้เรียนทุกคนได้ฝึกและทบทวนประสบการณ์ที่เรียนรู้ด้วยกัน

1.2 วัตถุประสงค์

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.3 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน

จากหลักการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นพบว่า ได้ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญปัญหาที่ท้าทาย

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจด้วยการจัดสภาพแวดล้อมเชิงคณิตศาสตร์และแนะนำแหล่งข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน
2. ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ
3. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม ขนาด 4 คน โดยคละความสามารถ ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย คนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้สัดส่วน 1:1:2
4. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายทางคณิตศาสตร์ หรือปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ

บทบาทครู

ครูมีบทบาทที่สำคัญคือ สร้างความสนใจให้กับนักเรียนด้วยการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ มีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้ที่ต้องนำไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ทั้งความรู้เดิมที่มีและความรู้ใหม่ที่ต้องเรียนรู้ จัดการแบ่งกลุ่มผู้เรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการเรียนรู้

บทบาทนักเรียน

นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญคือ สร้างความพร้อมในการเรียนรู้โดยต้องรู้จักสังเกตแหล่งเรียนรู้ อ่าน คิด วิเคราะห์ และหาคำตอบของปัญหาได้ ระลึกถึงความรู้เดิมที่มีเพื่อสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่ต้องนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ดำเนินการแบ่งกลุ่มตามที่ครูกำหนด

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้

1. ผู้เรียนทุกคนพิจารณาว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรและใช้ความรู้อะไรทางคณิตศาสตร์
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดเป้าหมายของงานที่ต้องการ วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและเงื่อนไขของปัญหา เพื่อระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้โดยการระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น นิยาม สมบัติ สูตร ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3. ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มลงมือสืบค้น เพื่อเรียนรู้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยมีการช่วยเหลือพึ่งพากัน ด้วยความกระตือรือร้น

บทบาทครู

ครูมีบทบาทที่สำคัญคือ ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนค้นพบประเด็นปัญหาหลัก ประเด็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาซึ่งเป็นเป้าหมายเดียวกันในการเรียนรู้ ชี้แนะให้รู้จักวิเคราะห์และหาความรู้เพิ่ม ช่วยเหลือเป็นระยะเพื่อให้กลุ่มทำงานบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

บทบาทนักเรียน

นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญคือ ร่วมกันวิเคราะห์ประเด็นปัญหา กำหนดเป้าหมายของงาน แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ แสวงหาข้อมูลที่ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการสัมพันธ ความสำเร็จและหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 2 หัวข้อขึ้นไปเพื่อหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่มติกลุ่ม

1. แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นแนวทางการแก้ปัญหาและนำเสนอเพื่อให้ ผู้เรียนคนอื่นๆ เข้าใจโดยการ

- พูด เขียน อธิบายเพื่อสื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์
- พูด เขียน อธิบายเพื่อสื่อความหมายโดยอาศัยหลักการ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ เพื่อตอบปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม
- นำเสนอวิธีการโดยใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์อย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์

2. ตัวแทนผู้เรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนคนอื่นๆ ร่วมกัน แสดงความคิดเห็น และสะท้อนความคิด มีการโต้แย้งร่วมกันเพื่อแสดงเหตุผลร่วมกัน และ ตรวจสอบความรู้ สรุปและเลือกเป็นมติ ซึ่งอาจจะมีหลายแนวทาง

บทบาทครู

ครูมีบทบาทที่สำคัญคือ กำกับ ชี้นำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ พูด เขียน เพื่อสื่อสาร สื่อ ความหมายแนวคิดเพื่อให้นักเรียนภายในกลุ่มเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการดำเนินการ แก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์ รวมทั้งการสะท้อนคิดร่วมกับ นักเรียน

บทบาทนักเรียน

นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญคือ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นตามแนวทางการแก้ปัญหาจากการ ไปแสวงหาความรู้ โดยการ พูด เขียน สื่อสาร สื่อความหมายแนวคิด และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา อย่างมีลำดับขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และสมบูรณ์ เพื่อนักเรียนภายในกลุ่มเข้าใจตรงกัน มีการใช้ เหตุผล และสรุปเป็นมติกู่มเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาที่อาจจะมีหลายแนวทาง

ขั้นที่ 4 นำไปประยุกต์

1. ให้ตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ที่ได้และนำไปใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา และการอธิบาย เพื่อสร้างชิ้นงาน

2. กำกับให้ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงหรือแตกต่าง เพื่อสร้างชิ้นงาน

บทบาทครู

ครูมีบทบาทที่สำคัญคือ ฝึกประสบการณ์ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาทั้งรายกลุ่มและรายบุคคลไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึงและแตกต่าง โดยครูคอยอำนวยความสะดวก กำกับ และชี้แนะให้นักเรียนสามารถหาคำตอบ

บทบาทนักเรียน

นักเรียนมีบทบาทที่สำคัญคือ รู้จักประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับ โดยการฝึกประสบการณ์ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึงและแตกต่าง ได้ดี

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ ผ่านการใช้แผนการจัดการเรียนรู้และการทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใน 2 ด้าน ดังนี้

เชิงปริมาณ

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาที่นักเรียนเคยเรียนรู่มาก่อนแล้ว มีทั้งเนื้อหาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ในภาคการศึกษาต้น เพื่อวัดความสามารถพื้นฐานของนักเรียน ได้แก่ ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์

2. ดำเนินการทดสอบหลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบคู่ขนานวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็น โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ทศนิยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และบทประยุกต์

เชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลระหว่างเรียนด้วยการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องแล้วนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้ได้ตรวจสอบ ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน รวมทั้งนักเรียนก็มีการบันทึก การเรียนรู้ของตนเองเพื่อสรุปความรู้ ความเข้าใจที่ได้จากการเรียน พร้อมทั้งนำไปใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองด้วยแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ผลจากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

จากการนำรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปใช้ในสภาพจริง ด้วยแบบแผนการวิจัยกึ่งทดลองแบบมีกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยมีการวัดและประเมินผล 2 ระยะ คือ ทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยวิธีปกติตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

ผลการทดลองการใช้รูปแบบในเชิงปริมาณ

1. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน หลังทดลอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ
2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง
3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน หลังทดลอง มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ
4. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง
5. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน หลังทดลอง มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ
6. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน โดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

ผลการทดลองการใช้รูปแบบในเชิงคุณภาพ

จากการศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างเรียน ที่เก็บข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน จากการบันทึกการเรียนรู้นักเรียน และแบบสังเกตคุณลักษณะของผู้เรียน ใน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 2) ช่วงกลางของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 3) ช่วยปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้

พัฒนาการพฤติกรรมด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ด้านทำความเข้าใจโจทย์

ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ต้องเผชิญสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ปัญหาที่ไม่โครงสร้างที่แน่นอนตายตัว ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจว่าจะเริ่มต้นในการหาคำตอบได้อย่างไร นักเรียนไม่เคยเรียนรู้มาก่อนเกี่ยวกับโจทย์ที่สามารถหาคำตอบได้หลายแนวทาง ต่างคนต่างเรียน เด็กกลุ่มเก่งเมื่อได้รับการชี้แนะจากครูก็สามารถที่จะเรียนรู้ได้ ช่วงกลางและช่วงปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านการทำความเข้าใจโจทย์ คือเริ่มมีเด็กกลุ่มปานกลางส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้ได้มากขึ้น ส่วนเด็กกลุ่มอ่อนก็ยังไม่สามารถเรียนรู้ได้ทันแต่เมื่อมีการช่วยเหลือจากเพื่อน และการกำกับ ชี้แนะซ้ำๆ ของครูนักเรียนก็สามารถเรียนรู้ได้ แต่ก็ยังเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ

2. ด้านวางแผนการแก้ปัญหา

ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ไม่รู้จักแนวคิดในการวางแผนการแก้ปัญหว่าเป็นอย่างไร รู้จักก็เพียงแต่การเขียนประโยคสัญลักษณ์ แต่ก็ไม่รู้ว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งในการวางแผน ช่วงกลางและช่วงปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านการวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา คือ เมื่อนักเรียนได้รับการชี้แนะ และให้ความรู้เป็นระยะจากครู นักเรียนกลุ่มเก่งก็เริ่มเรียนรู้อย่างมีความสุขเพราะสามารถเรียนรู้จากความเข้าใจ พุด เขียน อธิบายสื่อสารให้นักเรียนคนอื่นเข้าใจได้ เนื่องจากการคิดแนวทางการแก้ปัญหาก่อนการเขียนประโยคสัญลักษณ์นั้นเป็นแนวคิดที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคิดและเข้าใจได้

3. ด้านดำเนินการตามแผน

ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่รู้จักวิธีการแก้ปัญหาซึ่งก็คือการดำเนินการตามแผน เนื่องจากมีประสบการณ์เดิมในการแสดงวิธีทำจากการเรียนรู้มาก่อน ช่วงกลางและช่วงปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านการดำเนินการตามแผนได้ดี โดยเฉพาะนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางส่วนใหญ่จะหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่นักเรียนกลุ่มอ่อนก็ยังหาคำตอบได้ถูกต้องบ้าง ไม่ถูกต้องบ้าง

4. ด้านตรวจสอบคำตอบ

ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ไม่ค่อยเข้าใจในการตรวจสอบคำตอบ แต่เมื่อมีการเรียนรู้ การชี้แนะ ให้ความรู้เป็นระยะจากครูก็สามารถเข้าใจและตรวจสอบคำตอบได้ดีในกรณีที่มีเครื่องหมายดำเนินการที่ไม่ซับซ้อน หรือมีเพียงเครื่องหมายเดียว ส่วนการตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น นักเรียนกลุ่มเก่งสามารถเรียนรู้ได้เร็ว และมีพัฒนาการในการคิด ช่วงกลางและช่วงปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านการตรวจสอบคำตอบ คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางส่วนใหญ่มีความสามารถในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลและตรวจสอบคำตอบได้ ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อนก็ยังมีปัญหา ครูจึงต้องคอยควบคุม ดูแลอย่างใกล้ชิด

พัฒนาการพฤติกรรมด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ด้านสื่อสารโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ทำงานกลุ่มไม่เป็น ไม่ชอบพูดคุย นักเรียนกลุ่มเก่ง และกลุ่มปานกลางบางส่วนที่สามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ ก็จะสนใจเรียนเพียงลำพัง กลุ่มปานกลางบางส่วนและกลุ่มอ่อนก็ไม่สนใจเรียน ช่วงกลางและช่วงปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านการสื่อสาร คือนักเรียนกลุ่มเก่ง และกลุ่มปานกลางสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้มีการพูดคุย เขียนเพื่อสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม มีการช่วยเหลือพึ่งพากันมากขึ้นทำให้มีบรรยากาศในการเรียนที่สนุกสนาน

2. ด้านการสื่อความหมายโดยอาศัยความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์

ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ทำงานกลุ่มไม่เป็น ไม่ชอบพูดคุยเพื่อความหมายในการใช้ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคย นักเรียนกลุ่มเก่ง และกลุ่มปาน

3. ด้านการนำเสนอวิธีการอย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน สมบูรณ์

ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่ามีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่จะมีปัญหาในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากชิ้นงาน เนื่องจากนักเรียนขาดความรับผิดชอบ โดยคนเก่งจะเป็นผู้เขียนรายงานและการนำเสนอทุกครั้ง จนกระทั่งครูได้ชี้แนะให้ทุกคนมีส่วนร่วมจึงดีขึ้นตามลำดับ ในช่วงกลางและช่วงปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ใช้ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง อย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจนขึ้นตามลำดับ

พัฒนาการพฤติกรรมด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ด้านระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์

ช่วงต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการสัมพันธ์หัวข้อความรู้ กระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ ครูจึงมีบทบาทในการชี้แนะให้ศึกษาจากเอกสารที่ครูจัดไว้ให้ และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อนต้องการช่วยเหลือจากครูและเพื่อนอย่างใกล้ชิด ช่วงกลางและช่วงปลายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในด้านการเชื่อมโยง คือนักเรียนทุกกลุ่มสามารถสัมพันธ์หัวข้อความรู้ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่สองหัวข้อขึ้นไปได้

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

จากการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ

1.1 ชั้นกระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญสถานการณ์ปัญหาที่ทำทลายในขั้นแรกนี้ ผู้วิจัยจะต้องสร้างสถานการณ์ปัญหาจากลักษณะสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ สถานการณ์ปัญหานั้น จะต้องเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่สามารถพบเห็นได้ เป็นเรื่องที่ทำทลายผู้เรียนและกระตุ้นให้อยากเรียนรู้จึงต้องไปแสวงหาแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ เป็นสถานการณ์ที่มีตัวลวง หรือมีความซับซ้อน และคำตอบอาจมีได้หลายคำตอบ จึงทำให้ผู้เรียนต้องระลึถึงความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาสัมพันธ์กันเพื่อนำไปสู่การหาวิธีการ แนวคิดในการหาคำตอบที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงได้อย่างชัดเจน ดังเช่น บาร์โรว์ (Barrows, 1996 :5-6) ที่กล่าวว่า ปัญหาที่นำมาเสนอต้องเป็นสิ่งที่ทำทลาย ผู้เรียนจึงต้องเผชิญในการปฏิบัติจริงและกระตุ้นให้หาทางแก้ปัญหา ปัญหาที่มีลักษณะบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่ง ข้อมูลใหม่จะถูกนำมาเสนอในรูปแบบสถานการณ์ที่ผู้เรียนระลึถึงความรู้เดิมและนำไปประยุกต์ใช้ได้ เช่นเดียวกับกับเซฟเวอรี (Savery, 2011 : online) ที่กล่าวว่าปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ต้องมีโครงสร้างที่ไม่ชัดเจน ซับซ้อน มีการบูรณาการเนื้อหาในหลายสาขา ผู้เรียนต้องรับผิดชอบตนเองในการเรียนรู้ร่วมกันว่าจะเรียนรู้อะไรระหว่างการนำตนเองไปเรียนรู้ และต้องนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาอีกครั้งด้วยการวิเคราะห์และหาข้อสรุปใหม่ สอดคล้องกับ เดลลิส (Delisle, 1997 : 26- 36) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ปัญหาของผู้เรียนหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ และครูจะต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดอย่างหลากหลาย ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้เรียนเริ่มฝึกใช้ความคิดตั้งแต่การสำรวจความรู้ของตนเองเพื่อเตรียมเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ที่

1.2 ขั้นลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้ ในขั้นนี้จะเป็นลักษณะสำคัญทั้งสองแนวคิด คือ แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ครูจะมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะโดยตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ความรู้เพิ่มเป็นระยะ ควบคุม กำกับให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานกลุ่ม และชี้แนะให้สังเกตแหล่งเรียนรู้ในการแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึงทุกคน จึงต้องมีการแบ่งกลุ่มขนาดเล็กโดยลดความสามารถอย่างชัดเจน โดยใช้สัดส่วนของนักเรียนเก่ง:ปานกลาง:อ่อน คือ 1:1:2 เป็นระบบตามแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียนแต่ละคนจึงมีบทบาทและการสื่อสารแนวคิดด้วยการพูด เขียน เป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายในการแก้ปัญหาโดยการสัมพันธ์ปัญหากับหัวข้อความรู้ หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์จนทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองด้านความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังที่ แสวาน (Swan, 2006) กล่าวว่าการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มขนาดเล็ก ใช้ภาระงานให้เป็นตัวส่งเสริมในการอภิปราย ตัดสินใจ ใช้เหตุผลมากกว่าคำตอบที่ได้รับ มีการนำประเด็นที่คลาดเคลื่อนมาอธิบายโดยใช้คำถามระดับสูงเป็นตัวกระตุ้น จึงมีการเชื่อมโยงหัวข้อเรื่องระหว่างการเรียนรู้กับหัวข้อเรื่องบริบทอื่น โดยมีครูคอยช่วยเหลือจึงทำให้เกิดการเรียนรู้ของนักเรียนขึ้น ดังเช่น บาร์โรว์ (Barrows, 1996 : 5 – 6) และ โรงเรียนแพทย์ มหาวิทยาลัยแม็คมาสเตอร์ในแคนาดา (The Medical School at McMaster University in Canada, 2010 : Online) กล่าวสอดคล้องกันว่า การทำงานกลุ่มครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้ และส่งเสริมสภาพแวดล้อม ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะทำให้เรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และผู้เรียนทุกคนมีบทบาทหน้าที่รับผิดชอบในการเรียนรู้ทั้งของตนเองและของกลุ่ม ได้ฝึกผู้เรียนทั้งการพูด การเขียน การคิดวิเคราะห์ และกระบวนการทำงานกลุ่มที่ส่งผลต่อคุณภาพผู้เรียนดังนั้นในขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้เรียน เช่นเดียวกับผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน พบว่า เมื่อนักเรียนได้เห็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตนเองหรือพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันก็จะมีความสนใจค้นหาประเด็นปัญหา ข้อกำหนดของเงื่อนไขปัญหาว่าจะหาคำตอบได้อย่างไร ครูจะเป็นผู้ชี้แนะและให้ความรู้เพิ่มเป็นระยะ นักเรียนกลุ่มเก่งก็จะเข้าใจก่อนใคร จึงมีการช่วยชี้แนะเพื่อน ๆ ในกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนให้สามารถเรียนรู้และปฏิบัติได้

1.3 ขั้นร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่มติกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นลักษณะสำคัญทั้งสองแนวคิด คือ แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะถูกนำมาใช้ในชั้นเรียน ขณะที่กลุ่ม

การสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เพื่อหาความรู้ เช่นเดียวกับบาร์โรว์ (Barrows, 1996 : 5 – 6) ที่กล่าวว่า ความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้การเรียนรู้ร่วมกันต้องมีการอภิปราย ถกเถียง เปรียบเทียบและทบทวน และการช่วยกันเขียนรายงานก่อนการนำเสนอทำให้ผู้เรียนทุกคน ได้ร่วมกันพูด ร่วมกันเขียน ร่วมกันนำเสนออย่างเป็นขั้นตอนตามศักยภาพของตนเองทั้งกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่บ่งบอกถึงลักษณะสำคัญตามแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน จึงทำให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตนเองให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับแมคเกรเกอร์ และสมิท (Macgregor and Smith, 2011 : online) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ร่วมกันขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งโครงสร้างของการเรียนรู้ร่วมกันมุ่งเน้นให้นักเรียนร่วมกันสนทนา พูดคุยกันเกิดการใช้พลังทางความคิด ก่อให้เกิดการสำรวจและให้ข้อมูล ป้อนกลับระหว่างกันจึงนำไปสู่ความเข้าใจที่ดีร่วมกันของทุกคน เช่นเดียวกับบอสเวิร์ท และ แฮมิลตัน (Bosworth and Hamilton, 1994 : 12) ที่กล่าวว่า กิจกรรมทางการเรียนรู้ร่วมกันต้องใช้เวลา นักเรียนสำหรับสรุปร่วมกัน ต้องยอมรับความคิดเห็นส่วนใหญ่ของกลุ่ม แต่ต้องเคารพความคิดเห็น ที่หลากหลายของบุคคลส่วนน้อย นอกจากนี้ครูก็ยังมีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบความรู้ เสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนเพื่อให้ความรู้หรือแนวทางจากการแก้ปัญหามีความ สมบูรณ์ ชัดเจน ที่สอดคล้องตามขั้นตอนของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ อเรนส์ (Arends, 2009 : 401 – 405) และตัน (Tan, 2003 : 35 – 37) ที่กล่าวว่า ในขั้นตอนการวิเคราะห์และ ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาว่า บทบาทของครูต้องคอยชี้แนะและช่วยเหลือนักเรียนในการ สะท้อนความคิดเกี่ยวกับการสืบค้น และกระบวนการแก้ปัญหาที่พวกเขาเลือกใช้ด้วย ในการค้นพบ วิธีการแก้ปัญหาและรายงานผลนี้นักเรียนจะได้ฝึกการสื่อสารอีกด้วย ดังนั้นในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ฝึกคิดวิเคราะห์ การสื่อสารแนวคิด สื่อความหมาย การเชื่อมโยงหัวข้อความรู้เพื่อใช้แก้ปัญหา การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการนำเสนอชิ้นงาน และสะท้อน ความคิดร่วมกับครู ดังเช่น ผลจากการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนในระหว่างการ

1.4 ขี่นนำไปประกษยุคต์ ในขั้นนี้เป็นการฝึกประกษการณัของการเรียนรูัที่ผ่านมาเพื่อตรวจสอบผู้เรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจมากหรือน้อยโดยการนำแนวทางการแก้ปัญหาคที่ไ้ไปใช้แก้ปัญหาคในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงหรือแตกต่าง จึงสรุปไ้ได้ว่า ต้องมีการนำความรู้จากแนวคิการเรียนรูัโดยใช้ปัญหาคเป็นฐาน และแนวคิการเรียนรูัร่วมกันมาใช้แก้ปัญหาคสถานการณ์เพื่อหาคำตอบให้สำเร็จไ้ จึงทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาค การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไ้เช่นกัน สอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนและการตรวจชิ้นงานของนักเรียน พบว่า เด็กกลุ่มเก่ง และกลุ่มปานกลางบางส่ว จะฝึกทำใบกิจกรรม ใบงานมาก ๆ จะมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าเด็กกลุ่มอ่อน และกลุ่มปานกลางบางส่ว

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผลจากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีประเด็นที่นำมาอภิปราย 3 ประเด็น ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคทางคณิตศาสตร์

จากผลการทดลองพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิการเรียนรูัโดยใช้ปัญหาคเป็นฐาน และแนวคิการเรียนรูัร่วมกัน และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาคทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากไ้มี

2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากผลการทดลองพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานในด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากได้มีการคัดเลือกนักเรียนก่อนการจัดกลุ่มอย่างมีระบบมีขั้นตอนชัดเจน จากห้องเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน แล้วเลือกห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันและจากผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนโดยการบูรณาการแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการเรียนรู้ร่วมกัน หลังการทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีลักษณะที่แสดงถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนในขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้คือกลุ่มผู้เรียนเริ่มมีบทบาทด้วยการร่วมกันพูด เขียน อธิบายเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เมื่อต้องพิจารณาปัญหาและกำหนดเป้าหมายของงานที่ต้องการ รวมถึงสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ช่วยเหลือพึ่งพากันในการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะโดยตรงและให้ความรู้เพิ่มในสิ่งใหม่บ้างเป็นระยะ คอยกำกับช่วยเหลือนักเรียนตามกลุ่มต่าง ๆ ทำให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้รับคำชี้แนะโดยตรงจากครูผู้สอน ทำให้นักเรียนที่เรียนเก่งจะเรียนรู้ได้ดีขึ้น นักเรียนที่เรียนอ่อนก็จะได้รับการช่วยเหลือจากคนเก่งได้มากขึ้น รวมถึงนักเรียนในกลุ่มปานกลางที่จะได้รับประสบการณ์ในการเรียนที่มากขึ้นด้วย การเรียนในลักษณะของกลุ่มขนาดเล็กจะส่งผลดีในส่วนของดูแลครูผู้สอนได้ง่าย ท้าถึง และเป็นการแบ่งเบาภาระของครู นักเรียนในกลุ่มต้องมีการช่วยเหลือ มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ สอดคล้องตามลักษณะของแนวทางการเรียนรู้ร่วมกันของแมคเกรเกอร์และสมิท (MacGregor and Smith , 2011 : Online) แสวาน (Swan, 2006) อเรนด (Arends, 1994) ลิตเติลวูด (Littlewood, 2000 : 1 – 2) และทิจแมน และคณะ (Thizman and Others,1990 : 1 - 2) ใน

2.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากผลการทดลองพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานในความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากได้มีการคัดเลือกนักเรียนก่อนการ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนที่นำรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันไปใช้จะต้องประยุกต์ใช้ในบางเรื่อง เช่น การกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ต้องซับซ้อน ไม่มีโครงสร้างเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ในการหาประเด็นปัญหา เจาะใจของปัญหา รวมถึงวิธีการในการหาคำตอบ การฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีไปเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ และเอกสารประกอบการสอนที่ผู้สอนสร้างนั้นขึ้นต้องมีความหลากหลายเพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ในการหาคำตอบ

1.2 ผู้บริหารโรงเรียน และศึกษานิเทศก์ ในกรณีที่ต้องการนำงานวิจัยไปใช้ควรศึกษาวิธีการวิจัยให้ชัดเจนว่า ต้องการว่าขั้นตอนไหน เป็นอย่างไร เพื่อชี้แนะครูได้ถูกต้อง จะทำให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลอย่างถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรส่งเสริมให้มีการทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างสถานการณ์ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่ทำทนาย และกระตุ้นให้ผู้เรียนศึกษาผ่านกระบวนการแก้ปัญหา และสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่จากการแก้ปัญหา ไม่ใช่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหา หรือให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามวิธีสอนของตน

2.2 ควรส่งเสริมให้มีการทำวิจัยเกี่ยวกับการนำรูปแบบการเรียนการสอนโดยการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันกับนักเรียนระดับประถมศึกษาในเขตการศึกษาอื่นๆ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา นักเรียนในโรงเรียนเอกชนเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนว่ามีประสิทธิภาพต่อผู้เรียนอย่างไร มีปัญหาอะไรบ้าง และมีวิธีการแก้ปัญหานั้นได้อย่างไร

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- เกื้อจิตต์ นิมทิน. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 29 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2549) : 93.
- เฉลิม วราวิทย์. แนวคิดใหม่ในแพทยศึกษา. วารสารครูศาสตร์ 16 (มกราคม – มีนาคม 2531) : ก – จ.
- ชานนท์ จันทรา. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน : การสร้างปัญหาจากวรรณกรรมสำหรับเด็ก. วารสารคณิตศาสตร์ 51,2 (สิงหาคม – ตุลาคม 2549) : 29-37.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม : และคณะ. ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : บริษัทกริมพ์ , 2547.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. การเรียนรู้ในยุคสมัยหน้า. เอกสารประกอบ : การพัฒนาระบบนิเทศแนวใหม่, หน้า 14. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553.
- ทิสนา เขมมณี. ศาสตร์การสอน. องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- เนาวนิตย์ สงคราม. การพัฒนารูปแบบการสร้างความรู้ด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติและการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับบุคลากรในสถาบันอุดมศึกษา : กรณีศึกษา คณะครุศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุฎิบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- ปรีชากร ภาชนะ. การพัฒนาทักษะการคิดและสร้างความมั่นใจในตนเองในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning). วารสารวิชาการ 13 (1), (มกราคม – มีนาคม 2553) : 75-79

- ไพจิตร สดวกการ. ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- พรรณี ชูทัย เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : เมธีติปส์, 2545.
- พวงรัตน์ บุญญาบุรุษ และ Majumdar, B. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา **PRblem- based Learning**. มหาวิทยาลัยบูรพา คณะ McMaster University, 2544.
- มันตรา ธรรมบุศย์. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. [ออนไลน์] 2553. แหล่งที่มา [http://www.webcache.googleuse/content.som/search?q=cache:1C8LWUiX7LAJ:edu.c...\[2553, มกราคม 7\]](http://www.webcache.googleuse/content.som/search?q=cache:1C8LWUiX7LAJ:edu.c...[2553, มกราคม 7])
- มันตรา ธรรมบุศย์. การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL. (Problem – Based Learning) วารสารวิชาการ 2 (กุมภาพันธ์ 2545) : 11 – 17.
- ยุรวัดน์ คล้ายมงคล. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- ราตรี เกตบุตรดา. ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก. 2539.
- วาสนา กิมเท็ง. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2553.

- ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพมหานคร. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2544.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด , 2551.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม
(ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์,
2545.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2552.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ , 2545.
- ศิวนิต อรรถวุฒิกุล. การพัฒนากระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุน
การเรียนรู้อย่างร่วมมือตามแนวคิดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนสร้างพฤติกรรม
การสร้างความรู้ของนิสิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา. วิทยานิพนธ์
ปริญญาคุชฎบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- สารีพันธุ์ ศุภวรรณ. การพัฒนาโปรแกรมการศึกษานอกระบบโรงเรียนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบ
ร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของเด็กเร่ร่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษานอกระบบโรงเรียน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎีกา. แผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ.2550-2554. กรุงเทพมหานคร :
ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.จี. พรินติ้ง, 2549.

สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติประจำประเทศไทย. รายงานการพัฒนาคณิตศาสตร์
ประเทศไทย ปี 2550 : เศรษฐกิจพอเพียงในการพัฒนาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร :
คีน พลัมบลิง, 2550.

สถาบันทดสอบแห่งชาติ. รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - Net) ช่วงชั้นที่ 2 (ป.6)
ปีการศึกษา 2551. กรุงเทพมหานคร, 2551.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์
ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : กราฟฟิค โกร, 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์
ระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.
กรุงเทพมหานคร : บริษัท เอส. พี. เอ็น. การพิมพ์ จำกัด, 2547.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, PISA Thailand. ความรู้และสมรรถนะ
ทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้ รายงานผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2006 .
กรุงเทพมหานคร : บริษัท เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด, 2551.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, PISA Thailand. คุณภาพการเรียนรู้ของ
นักเรียนไทย สัมเคราะห์การประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2006 และ TIMSS
2007. กรุงเทพมหานคร : บริษัท เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด , 2552.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ตัวอย่างเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้
สาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เล่ม 1 ปัญหาและ
กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร, 2553. (อัดสำเนา)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.
พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : หจก. ส เจริญ การพิมพ์, 2551.

สิริพร ทิพย์คง. การวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2521 - 2542.

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร,
2544.

สุนทรี คนเที่ยง. การจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา. วารสารข่าวสารกองบริการ
การศึกษา. 12 (พฤษภาคม – มิถุนายน 2544) : 10 – 19.

สุพิน ดิษฐสกุล. การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) . วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์
15,2 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2543) : 1-8.

สุมาลี กาญจนชาติวี. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณลักษณะของนักเรียน
ระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2543.

อัญชญา โพธิพลากร. การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.

อัมพร ม้าคอง. การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน พร้อมพรรณ อุดมสิน
และ อัมพร ม้าคอง (บรรณาธิการ) ประมวลบทความ หลักการและแนวทาง
การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์, หน้า 103. กรุงเทพมหานคร:
บพิชการพิมพ์. 2547.

อัมพร ม้าคอง. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. ศูนย์ตำรา
และเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

อัมพร ม้าคอง. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การพัฒนาทักษะและกระบวนการ
ทางคณิตศาสตร์, 2547 ข. (อัดสำเนา).

ภาษาอังกฤษ

Abdullah, N.I, Tarmizi, R.A, and Abu, R. The Effects of Problem Based Learning on
Mathematics Performance and Affective Attributes in Learning Statistics at Form
Four Secondary Level. **Procedia Social and Behavioral Sciences**. 8 (2010) : 370-
376.

- Adams, S.; Leslie E.; and Beeson, B.F. **Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach.** New York: Harper & Row, 1977.
- Adams, S. **Teaching Mathematics.** New York: Harper & Raw, 1977.
- Albanese, M. and Mitchell, S. Problem-Based Learning :A review of literature on its outcomes and implementation issues. **Academic Medicine**, 68,1 (1993) : 52-81.
- Alkin, Marvin C. **Encyclopedia of Education Research.** 6th ed. New York : Macmillan, 1992.
- Alsup, J.. “The Effect of Mathematics Instruction based on Constructivist on Prospective Teachers’ Conceptual Understanding, Anxiety, and Confidence,” in **Dissertation Abstracts international.** 56,8 : 3038 – A. Michigan : Bell Howell. (February 1996). pp.7-12
- Anderson, K.B., and Pingry, R.E. **Problem-Solving in Mathematics ; Its theory and practice.** Washington, D.C. The National Council of Teachers of Mathematics, 1973.
- Arends, R. I. **Learning to Teach.** 8th ed. Central Connecticut State University. New York, 2009.
- Arends, R. I. **Learning to Teach.** 3th ed. New York : McGraw – Hill, 1994.
- Ausubel, D.P. **Educational: a cognitive view.** New York: Rinehart and Winston , 1968.
- Barell, J. **PBL an Inquiry Approach.** Illinois : Skylight Training and Publishing inc. 1998.
- Baroody, A.J. and Coslick, R.T. **Problem solving, reasoning, and communicating, K-12 : Helping children think mathematically.** New York : Macmillan, 1993.
- Barrows, H.S. and Tamblyn, R.M. **Problem – Based learning : An Approach to Medical Education.** New York : Springer, 1980.

- Barrows, H.S. **Problem-Based Learning in Medicine and Beyond : A Brief Overview**. In L Wilkerson and W.H. Gijseleers (eds.), *Bring Problem – Based Learning to Higher Education : Theory and Practice*, pp. 3 – 12 San Francisco : Jossey – Bass, 1996.
- Barry, F. J. and Herbert, W. J. **Improving Science Education**. Illinois: The National Society for the Study of Education, 1995.
- Beau, F.J., Gilbert, V., Jeri, N., and Claudette, R. (NCREL). **Excerpted and summarized from Designing Learning and Technology for Education Reform**[Online]. 1994. Available from E-mail : **Contact info @ncrel.org File://C:/Documents and Satting/×××××Destop/ma2lindi. Htm**
- Bell, B.F. **Children’s science. Constructivism and learning in science**. Gelong:Deakin University Press , 1993.
- Bell, F. H. **Teaching and Learning Mathematics (in secondary schools)**. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown, 1978.
- Berk, L.E., and Winsler, A. **Scaffolding Children’s Learning : Vygotsky and Early Childhood Education**. Washington, DC : National Association for the Education of Young Children, 1995.
- Brahier, D. J. **Teaching Secondary and Middle School Methematics**. Second Edition. Bowling Green State University. Printed in the United States of America, 2005.
- Bosworth. K. and Hamilton. S.J. **Collaborative Learning : Underlying processes and effective teachniques**. San Francisco : jossey-Bass, 1994.
- Branca, N.A. Problem Solving as a Goal, Process and Basic Skill. In Krulik S., and Reys R.E. (eds.), **Problem Solving in School Mathematics** ; Yearbook, pp.3-8. Reston, VA : NCTM, 1980.
- Bruckner, L.J. **Developing Mathematics Understanding in the Upper Grad**. Philadelphia : The John C. Winston, 1957.

- Bullock, V. L. "The Influences of a Constructivist Approach on Student' Attitudes Toward Mathematics in a Preservice Elementary Teachers Mathematics Course," in **Dissertation Abstracts Internation**. 57,2 (August 1996) : 611 – A.
Michigan : Bell Howell.
- Buschman, L. Communicating in the language of mathematics. **Teaching Children Mathematics** 1,6 (1995) : 324-329.
- Bybee, R.W. et al. **Science and technology education for the elementary years: Frameworks for curriculum and instruction**. Washington, D.C.: The National Center for Improving Instruction, 1989.
- Cangelosi, J. S. **Teaching Mathematics in Secondary and Middle School An Interactive Approach**. Third Edition. Printed in the United States of America, 2003.
- Carlson, N. R. Psychology : **The Science of behavior**. 4th ed. MA: Allyn and Bacon, 1993.
- Carlan, V.G., Rubin, R., & Morgan, B.M. **Cooperative learning, mathematical problem solving, and latinos**. The University of Texas at Brownsville and Texas Southmost College, 2005.
- Center for Mathematics, Science, and Technology. **Integrated Mathematics, Science, and Technology (IMaST) Program**. [Online].2011. Available from : <http://www.mhtml:file://G:/IMaST-Educators-Center for Mathematics,...>[2011, November 16]
- Chen Y., Lin C., Looi C., Shao Y., and Chan T. A collaborative Cross Number Puzzle Game to Enhance Elementary Students' Arithmetic Skills. **The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)**; Turkey, April 2012.
- Clarke, D., Breed, M., & Fraser, S. The consequences of problem-based mathematics curriculum. *The Mathematics Educator* 14,2(2004) : 7-16.

- Cobb, P. "Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. **Educational Researcher** 23,7(November 1994) : 13-20.
- Cook, Allen Peter. "On the Creation of Constructivist Instructional Process for Selected Topics in Algebra." In **Dissertation Abstracts International**. 55,10(1995):3124 – A.
- Cotic, M., &Zuljan, M. V. Problem-Based Instruction in Mathematics and ItsImpact on the Cognitive Results of the Students and on Affective-Motivational Aspects. **Educational Studies** 35,3(2009) : 297-310.
- Coxford, A. F. The case for connections. In P.A.House(Ed.) **Connecting Mathematics across he curriculum**. Yearbook. Reston, VA: NCTM, 1995.
- Cruikshank, D.E. , and Sheffield, L. J. **Teaching and Learning Elementary and middle school mathematics**. United States of America: John Wiley & Sons, 2000.
- Dalisle, R. **How to use Problem – based Learning in the classroom**. By the Association for Supervision and Curriculum Development (U.S.), 1997.
- Delisle. R. **How to use Problem –Based Learning in the Classroom**. Alexandria Verginia : Association for Supervision and Curriculum Development. 1997.
- Derry, S.J., Levin, J.R., Osana H.P, Jones M.S, and Peterson M. Fostering students' statistical and scientific thinking: lessons learned from an innovative college course, **American Edu. Res. Journal**, 37,3(2000): 747-773.
- Dillenbourg, Pierre. **Collaborative Learning Cognitive and Computational Approaches**. Elsevier Science Ltd, 1999.
- Dixon, K. L. **Vygotsky in the Classroom Mediated Literacy Interaction and Assessment**. Longman Publishers USA, 1996.
- Donald R. K., Jr. and Daniel, M. **Mathematical Model to Provide Application in the Classroom**. The national Council of Teaches of Mathematics,1979.

- Doud, D. and Felehi, G. L. **The Challenge of Problem – based Learning**. 2nd ed.
British Library Cataloguing in Publication Data, 1999.
- Edens, K.M. **Preparing problem solvers for the 21st century through problem-based learning**. *College Teaching* 48,2 (2000) : 55 – 60.
- Edwards, S. **Managing the Effective Teaching of Mathematics**
3 - 8. London: Paul Chapman ,1998.
- Eggen, P. D. and Kauchak, D. P. **Strategies and Models for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills**. 5th ed. Boston: Pearson Education, Inc. Pp. (2006) 18-19.
- Eileen, D. **Designing Assessment for Mathematics**. 2nd Thousand Oask CA : Corwin Press
A Sage Publications Company, 2007.
- Elshafei, D.L. **A Comparison of Problem – based and Traditional Learning in Algebra II**.
[Online]. 1998. Available from : <http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.asp>
[2005, March 3]
- Evans, M. A. Feenstra E., Ryon E., and McNeil D. A multimodel Approach to Coding
Discourse: Collaboration, Distributed Cognition, and Geometric Reasoning.
International Society of The Learning Sciences, Inc.; Springer Science+Business
Media, LLC, 2011.
- Evensen, Dorothy H. and Hmelo, Cindy E. **Problem – based Learning A Research Perspective
on Learning Interactions**. By Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2000.
- Fogarty, R. **Problem – based Learning and Other Curriculum Models for the Multiple
Intelligences Classroom**. USA. : Skylight, 1997.
- Gagnon, W. G. and Collay, M. **Constructivist Learning Design**. [Online].2006. Available from :
<http://www.prainbow.com/Jcldlcldp.html> [2006, September 12]
- Gallagher, S. A. Problem – Based learning : Where did it come from. What does it do. and
Where is it going?. **Journal for the Education of the Gifted**. 20,4 (1997) : 332 – 62.

- Gijseleers, W.H. Connecting Problem-Based Practices with Educational Theory in L. Wilkerson and W.H. Gijseleers (eds.) **Bringing Problem-Based learning to Higher Education : Theory and Practica**. pp. 13 -21 San Francisco : Jossey – Bass. 1996.
- Good, T. L., Reys, B. J., Grouws, D. A., & Mulryan, C. M. Using work-groups in mathematics instruction. *Educational Leadership*, 47,4 (1989): 56-62.
- Gredler, M. **Learning and Instruction : Theory into Practice**. 3rd ed. New York : Prentice-Hall, 1997.
- Gunter M. A., Estes T. H., and Mintz S. L. (2007). *Instruction: A Models Approach*. 5th ed. Boston: Pearson Education, Inc. Pp. 71-82.
- Hamilton, R. and Ghatala, E. **Learning and Instruction**. Mcgraw – Hill, Inc. Printed in the United States of America, 1994.
- Henriques, L. A. **study to define and verify a model of interactive-constructive elementary school science teaching**. Unpublished Ph.D. dissertation. Iowa: University of Iowa, 1997.
- Hmelo, C.E. and Evensen, D.G. **Introduction Problem-Based Learning Gaining Insights on Learning Interactions Through Multiple Methods of Inquiry**. In D.H. Eversen and C.E. Hmelo (eds.) *Problem – Based Learning A Research Perspective on Learning Interactions*. pp.1 – 16 Mahwah. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 2000.
- Howard, J. B. **Promblem –based Learning in teacher Educational**. School at Education Elon University. [march, 2003]
- Hung and M.S.Khine. **Engaged Learning with Emerging Technologies**. Printed in the Netherlands : Singapore, 2006.
- Illinois Mathematics and Science Academy. **Introduction to PBL**. [Online].2003. Available from :<http://www.imsa.edu/team/cpbl/whatis/whatis/slide3.html> [2003, June 2]

- Johanning, I. D. An Analysis of writing and Postwriting Group Collaborative in Middle School Pre – Algebra. **Science and Mathematics** 100,3 (March 2000) : 151 – 160.
- Jonassen, D. H. ‘**What are Cognitive Tools?**’. In Kommers, Piet A.M.; Jonassen, David H. & Mayers, J. Terry. (Eds.). *Cognitive Tools for Learning*. pp 1-6 Germany: Springer - Verlag Berlin Heidelberg, NATO Scientific Affairs Division, 1992.
- Jordan, E. A. and Porath, M. J. **Educational Psychology A Problem – based Approach**. Pearson Education, Inc. Printed in the United States of America, 2006.
- Kauchak, D. P. and Eggen, P.D. **Learning and Teaching : Researched - Based Methods**. Boston: Allyn & Bacon, 1998: *184-185*
- Kennedy, L. M. and Tipps, S. **Guiding Children Learning of Mayhematics**. 17th ed. Belmont, Cailifornia : Wadsworth Publishing Company, 1994.
- Kennedy, L.M. **Guikding Children’s Learning of Mathematics**. 4th ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing, 1984.
- Kerekes J., Diglio M., and King K. P. How can Teachers Enable Students to Pose and Solve Problems Using Contexts within and outside Mathematics? *International Forum of Teaching and Studies*. Vol.2. American Scholars Press, 2009.
- Kozulin, A. The Concept of Activity in Soviet Psychology : Vygotsky, his Disciples and Critics. **An Introduction to Vygotsky**. Harry Daniels, Editor. London : Routledge, 1996.
- Krulik, S., and Reys, R.E. **Problem Solving in School Mathematics : National Council of Teacher of_athematics 1980 Year Book**. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics, 1980.
- Krulik, S., and Rudnick, J.A. **Reasoning and Problem-Solving : A Handbook for Elementary School Teachers**. Boston: Allyn and Bacon, 1993.

- Lappan, G. and Pamela, W. S. "**Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics**," in *New Directions for Elementary School Mathematics*. 1989 yearbook. pp. 14 - 30 Reston. Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc,1989.
- Lara, V. and Brown, L. **Professional Development Module on Collaborative Learning**. El Paso Community College [Online].2011. Available from : **mhtml:file://f: Collaborative Learning. mht** [2011, August 22]
- Lasley II T. J., Matczynski T. J., and Rowley J. B. (2002). *Instructional Models: Strategies for Teaching in a Diverse Society*. 2nd ed. Belmont: Wadsworth Group. Pp. 27-28. Pp. 74-75.
- Littlewood, W. **Collaborative Learning : Principles, Practice and Potential in the English Language Classrom**. Passa 30 (December 2000) :1 – 3.
- Lynda, W. H. N. **Jump Start Authentic Problem – based Learning**. Printed by Singapore, 2004.
- Lynn, C.H. Some Factor that Impede or Enhance Performance in Mathematical Problem Solving. **Journal Research of Mathematics Education** (March 1993) : 167 – 169.
- McCarthy, D.S. **A teaching experiment using Problem – based Learning at the elementary level to develop decimal concepts** [Online]. 2001. Available from : **http://thailis.uni.net.th/dao/detail.asp** [2005, March 3]
- MacGregor, J. T. and Smith, B. L. **What is Collaborative Learning**. [Online].2011. Available form : **http://learningcommons.evergreen.edu/pdf/colab.pdf** [2011, Febuary 22]
- Mayer, E.R., and Hegarty, M. The Process of Understanding Mathematical Problems. In Stemberg, R.J., and Baron, J.B. (eds), **Teaching Thinking Skills : Theory & Practice**, pp.31-33. New York: W.IT Freeman and Company, 1987.

- Miller, C. D. ; Heeren, V. E. ; Hornsby, J. ; Morrow, M. L. and Newenhizen,
J. V. **Mathematical Idea**. Expanded tenth Edition. Printed in the United States of
America, 2004.
- Moore K. D. **Effective Instructional Strategies: from Theory to Practice**. 2nd ed. London:
SAGE Publications, Inc. Pp. (2009) : 29-30.
- Musser, G.L.; Burger, W. F. and Peterson, B. E. **Essentials of Mathematics for
Elementary Teachers : A Contemporary Approach**. Printed in the United States of
America, 2004.
- National Institute for Science Education. **Collaborative Learning : What is Collaborative
Learning?**. [Online].2011. Available from : <http://www.gdrc.org/kmgmtc-learn/what-is-cl.html> [2011, August 22]
- Newman, Griffin and Cole. **Reasoning and Personality**. By Stiff, Lee V., and Curcio, Frances R.
Reston, Va, ; National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1984.
- Penn State University College of Education. **Collaborative learning**. [Online].2004. Available
form :<http://www.ed.psu.edu/nasa/colltxt.html> [2004, June 30]
- Piaget, J. **Intellectual evolution for adolescence to adulthood**. Human Development, 1972 : 1-12.
- Polya, G. **How to solve It : A New Aspect of Mathematical Method**. 2nd ed Princeton, New
Jersey:Princeton University Press, 1957.
- Polya, G. **How To Solve It : A New Aspect of Mathematical Method**. Princeton, N.J.:
Princeton University Press, 1985.
- Polya, G. **How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method**. 2nd ed. United State of
America. Princeton University Press, 1973.

- Polya, G. On Solving Mathematical Problems in High School. **Problem Solving in School Mathematics : Yearbook**. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, 1980.
- Puckett K., Hansen C. C., And Shea C. P. (2011). Discourse + Technology/Collaborative Learning = Fraction Success. *Journal of Curriculum and Instruction (JoCI)*. Arizona State University; 5,1(2011): 68-84.
- Reys, R.E.; Lindquist, M.M.; Lambdin, D.V.; Smith, N.L.; and Suydam, M.N. **Helping Children Learn Mathematics**. 7th ed. New York: John Wiley Sons, 2004.
- Rowan , Thomas E. and Morrow, Lorna J. **Implementing the K - 8 Curriculum and Evaluation Standards Readings From the Arithmetic Teacher**. Reston Virginia. The National Council of Teachers of Mathematics, Inc, 1993.
- Savery , J. R. **Overview of Problem – based Learning : Difinitions and Distinctions**. [Online].2011. Available from : <http://www.docs.lib.purolue.edu/cgi/viecontent.cgi?article=1002 &context=ijpbl> [2011, January 28]
- Savin, B. M. **Problem – based Learning in Higher Education : Untold Storics**. 1st ed. Buckingham : Published by SRHE and Open University Press, 2000.
- Savoie, J.M. & Hughes, A.S. **Problem – based Learning as classroom solution in R. Fogarty (ed)**. *Problem – Based Learning : A Collection of Articles* Frenchs Forest : Skylight – Hawker Brownlow, 1998 : 73 – 77
- Sheffield, L.J. and Cruikshank, D.E. **Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics**. 4th ed. New York: John Wiley Sons, 2000.
- Snyder, S. S. **Cooperative Learning Groups in the Middle School Mathematics Classroom**. University of Nebraska-Lincoln. (July), 2006.
- Sternberg, R. J. and Williams, W. M. **Educational psychology**. Boston : Allyn and Bacon, 2002.

- Sternberg, R. J. **The Nature of Mathematical Reasoning in Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12.** by Stiff, Lee V., and Curcio, Frances R. Reston, Va ; National Council of Teacher of Mathematics. Inc, 1999.
- Swan, M. **Collaborative learning in Mathematics : A Challenges to our Beliefs and Practices.** London : National Institute for Advanced and Continuing Education (NIACE); National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy (NRDC), 2006.
- Tan, O.S. **Problem – based learning innovation : Using problems to power learning in the 21st century.** Singapore : Thomson Learning, 2003.
- Tantiwong, B. The Function of Preschool Teachers' Discourse in An Interactive Problem Solving Lesson. **Chulalongkron Educational Review.** 2,1 (July 1994) :3-11.
- The Faculty of Social Science at Flinders University. **Elements of collaborative learning.** [Online].2004. Available form : <http://www.ssn.flinders.edu.au/flexed/innovations/elements.php> [2004, June 30]
- The Medical School at McMaster University in Canada. **Problem-Based Learning (PBL).** [Online].2010. Available form : <http://www.learning-theories.com/problem-based-learning-pbl.html> [2010, Oct 20]
- The National Council of Teachers of Mathematics. **Communication in Mathematics K-12 and Beyond. Reston Virginia :** National Council of Teachers of Mathematics, Inc,1996.
- The National Council of Teachers of Mathematics. **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston Virginia :** National Council of Teachers of Mathematics , Inc,1989.

- The National Council of Teachers of Mathematics. **Executive Summary: Principles and Standards for School Mathematics.** [Online].2011. Available from :http://www.nctm.Org/uploadedFiles/Math_Standards/...[2011, February 14]
- The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). **Principles and standards for school mathematics.** Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 2000.
- The National Council of Teachers of Mathematics. **The roles of representation in school mathematics. Reston Virginia :** National Council of Teachers of Mathematics, Inc, 2001.
- Thirteen Organization. **What are cooperative and collaborative learning?.** [Online].2004. Available form : <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/coopcollab/> [2004, December 19]
- Thomas, D.A. **Children, teachers, and mathematics.** Massachusetts: Allyn and Bacon, 1991.
- Thurber, W.A. **Teaching Science in Today's Secondary School.** Boston: Allyn and Bacon, 1976.
- Tinzman, M.B. and others. **What is the Collaborative Classroom.** [Online]. 1990. Available from : http://www.ncrel.org/sdrs/areas/rpl_esys/collab.htm/ [2010, Oct 20]
- Trop. L and Sage, S. **Problem as possibilities : problem – based learning for K – 12 education.** Association for supervision and curriculum development eric Document Reproduction Service No. Ed 422 609, 1998 .
- Underhill, R.G. **Two layers of constructivist curricular interaction.** In E. von Blaserfeld (Ed) . **Radical constructivism in mathematics education,** pp. 229 - 248. Dordrecht. The Netherlands : Kluwer academic, 1991.
- Vygotsky, L.S. **Education Psychology.** Boca Raton : St. Lucie. Press, 1997.

- Vygotsky, L.S. **Mind in Society : The Development of Higher Psychological Process**. Cole, Micheal and others. Editors. Cambridge : Haward University Press, 1978.
- Vygotsky, L.S. **Thought and Language**. Alex Kozulin revised and edite. Cambridge : The M. I.T. Press, 1997.
- Vygotsky, L.S. **Thought and Language**. Hanfmann, Eugenia and Vaker, Gertrude edit and translated. Cambridge : The M. I.T. Press, 1962.
- Wade, E.G. “A study of the Effects of Constructivist – Based Mathematics Problem Solving Instructional Program on the Attitudes. Self – confidence, and Achievement of Post – fifth – grade Student. (Constructivist).” In **Dissertation Abstracts International**. 51,11 (May 1995) : 3411 – A. Michigan : Bell Howell.
- Webster, A; Beveridge, M.; and Reed, M. **Managing the Literacy Curriculum : How School can Become Communities of Readers and Writers**. London : Routledge, 1996.
- White, H.B. Dan tdies. **Problem – based Learning : A Case Study** [Online].2003. Available from :<http://www.udel.edu/pbi/dancase3.html> [2003. June 16]
- Williams, S.E. **Effects of Teacher Involement in Curriculum Development on the Implementation of Calculator**_(Mathematics Curriculum), in **Dissertation Abstracts Internationnal**. 53,11 (1999) : 3836-A.
- Wilson, J.W.; Fernandez, M.L.; & Hadaway, N. **Mathematical Problem Solving**. In **Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics**. New York : Macmillan Publish Company, 1993.
- Wood, D. **How Children Think and Learn : The Social Context of Cognitive Development**. Oxford : Basil Blackwell Ltd, 1988.
- Zahoric, A.J. **Constructivist Teaching (Fastback 390)**. Bloomington, Indiana : Phi Delta Kappa Educational Foundation, 1995.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้านรูปแบบการเรียนการสอน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เสวตมลัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน อ่อนน่วม คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ดร.ไพจิตร สดวกการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ด้านแบบทดสอบ

1. ดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์ สาขาประเมินมาตรฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี นันทสุคนธ์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
3. อาจารย์ ดร.จรรยา ภูอุดม โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ด้านแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.एमอร์ สิทธิรักษ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
2. อาจารย์ ดร.อรรถศาสน์ นิमितพันธ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
3. อาจารย์อำพา รัตตโอภาส โรงเรียนไชยวิทยา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

ที่ ศบ 0512.6(2771)/55- 2623

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

17 พฤษภาคม 2555

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดครนาราม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวสุภาภรณ์ ใจสุข นิสิตหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล และรองศาสตราจารย์ ดร.สำลี ทองฉิว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญูญา รัตนอุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 612

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียน

ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียน

ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่.....ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดตรนาราม

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)

- คำชี้แจง** แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเขียนตอบและแสดงวิธีทำ จำนวน 2 ข้อ
เวลา 1 ชั่วโมง
- คำสั่ง** จงตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

สถานการณ์ปัญหา “หนีน้ำดีกว่า”

คุณพ่อของอรรถพซื้อบ้านเดี่ยวชั้นเดียวของหมู่บ้านในสวนราคา 2,300,000 บาท
เมื่อต้นปี 2554 เกิดน้ำท่วมใหญ่ในเขตอำเภอพุนพิน คุณพ่อจึงต้องขายบ้านหนีน้ำท่วม โดยขาย
บ้านให้ขาดทุนน้อยที่สุดไม่เกินร้อยละ 5 จากคนที่มาขอซื้อดังนี้

คนที่ 1 ขอซื้อบ้านราคา 2,242,500 บาท

คนที่ 2 ขอซื้อบ้านราคา 2,200,000 บาท

คนที่ 3 ขอซื้อบ้านราคา 2,000,000 บาท



จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประเด็นปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด (โจทย์ต้องการทราบอะไรบ้าง)

.....

2. เจาะใจของปัญหาและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา (โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง)

.....

3. นักเรียนจะแก้โจทย์ข้อนี้อย่างไร (แสดงแนวคิด/กลวิธีที่ใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาเป็นภาษา
และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์)

.....

4. จงแสดงวิธีแก้โจทย์ข้อนี้ (ดำเนินการตามแผน /แสดงวิธีทำ)

.....

5. ตรวจสอบคำตอบ

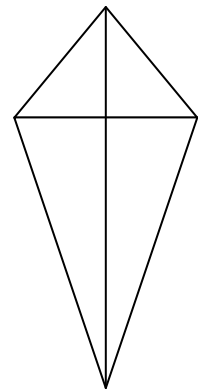
.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)

สถานการณ์ปัญหา “ว่าน้อยน้อยตามลม”

คุณครูให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์มาประดิษฐ์ว่าว เด็กชายธนวิทย์เตรียมไม้ไผ่ยาว

ว่าวขนาดที่ 1	มีไม้ไผ่ยาว 12.5 นิ้ว	และ 24 นิ้ว
ว่าวขนาดที่ 2	มีไม้ไผ่ยาว 25.5 นิ้ว	และ 48 นิ้ว
ว่าวขนาดที่ 3	มีไม้ไผ่ยาว 36.5 นิ้ว	และ 60 นิ้ว



จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวจงตอบคำถามต่อไปนี้

- เขียนอธิบายสื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

.....

- เขียนอธิบายสื่อความหมายโดยใช้ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์

.....

- นำเสนอวิธีการในการหาคำตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และใช้ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์

.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)

สถานการณ์ปัญหา “สระน้ำสำหรับครอบครัว”

ห้างเทคโก้โลตัส สาขาพุนพิน ประกาศลดราคาสระน้ำสำหรับครอบครัว เพื่อกระตุ้นยอดขายในช่วงเดือนกรกฎาคม กาญจนา พี่สาว และน้องชาย ชอบว่ายน้ำจึงชวนคุณพ่อคุณแม่ไปซื้อสระน้ำที่สามารถเล่นน้ำได้พร้อมกันทั้งครอบครัว คุณพ่อคุณแม่ของกาญจนาจึงต้องซื้อสระน้ำที่มีขนาดเส้นรอบวงใหญ่พอที่จะเล่นน้ำอย่างสะดวกสบาย ซึ่งสระน้ำที่ต้องการ เพียงสระเดียว โดยสระน้ำมีขนาดต่าง ๆ ดังนี้

สระน้ำขนาดที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 10 ฟุต เหมาะสมกับการเล่นน้ำ 5 คนขึ้นไป
 สระน้ำขนาดที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 8 ฟุต เหมาะสมกับการเล่นน้ำ 4 – 5 คน
 สระน้ำขนาดที่ 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 6 ฟุต เหมาะสมกับการเล่นน้ำ 2 – 3 คน



จากสถานการณ์ดังกล่าวจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ระบุหัวข้อความรู้ หรือ กระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

ภาคผนวก จ
เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนนเต็ม	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนน
3 คะแนน	<p>1. ด้านทำความเข้าใจปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน 3 - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน 1 อย่าง 2 - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนมากกว่า 1 อย่าง 1 - ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ไม่ถูกต้องเลยหรือไม่ระบุอะไรเลย 0 	
3 คะแนน	<p>2. ด้านการวางแผนแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุวิธีในการหาคำตอบ เช่น ใช้แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีที่สัมพันธ์กับโจทย์ได้ถูกต้อง ชัดเจน ครบถ้วน 3 - ระบุวิธีในการหาคำตอบ เช่น ใช้แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีที่สัมพันธ์กับโจทย์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน 1 อย่าง 2 - ระบุวิธีในการหาคำตอบ เช่น ใช้แผนภูมิ รูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ วิธีใดวิธีหนึ่งที่สัมพันธ์กับโจทย์ ได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วนมากกว่า 1 อย่าง 1 - ไม่ระบุวิธีในการหาคำตอบ 0 	
3 คะแนน	<p>3. ด้านการดำเนินการตามแผน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการหาคำตอบของปัญหา ได้ถูกต้องทุกขั้นตอนและมีคำตอบที่ถูกต้อง 3 - ดำเนินการหาคำตอบของปัญหาแต่มีบางขั้นตอนผิดพลาดหรือมีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง 2 - ดำเนินการหาคำตอบของปัญหาผิดพลาดทั้งหมด 1 - ไม่ดำเนินการ 0 	
3 คะแนน	<p>4. ด้านการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง สมเหตุสมผลสอดคล้องกับโจทย์ 3 - แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องแต่ขาดความสมเหตุสมผล 1 อย่าง 2 - แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ไม่ถูกต้อง และขาดความสมเหตุสมผล 1 	

- ไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ	0
------------------------------	---

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คะแนนเต็ม	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	คะแนน
3 คะแนน	<p align="center">1. ด้านการสื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - เขียนอธิบาย เพื่อสื่อสารในการหาคำตอบของปัญหา เป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เป็นระบบ ชัดเจน สมบูรณ์ - เขียนอธิบาย เพื่อสื่อสารในการหาคำตอบของปัญหา เป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เป็นระบบ แต่ขาดความชัดเจน และสมบูรณ์ 1 อย่าง - เขียนอธิบาย เพื่อสื่อสารในการหาคำตอบของปัญหา เป็นภาษาและ แต่ขาดความ ถูกต้อง เป็นระบบ และความชัดเจนมากกว่า 1 อย่าง - ไม่อธิบายแนวคิด 	<p>3</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>
3 คะแนน	<p align="center">2. ด้านการสื่อความหมายโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - เขียนอธิบายสื่อความหมายในการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เป็นระบบ ชัดเจน สมบูรณ์ - เขียนอธิบายสื่อความหมายในการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เป็นระบบ แต่ขาดความชัดเจน และสมบูรณ์ 1 อย่าง - เขียนอธิบายสื่อความหมายในการหาคำตอบของปัญหา ด้วยหลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์แต่ขาดความถูกต้อง เป็นระบบ และความชัดเจนมากกว่า 1 อย่าง - ไม่อธิบายวิธีการ 	<p>3</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>
3 คะแนน	<p align="center">3. ด้านการนำเสนอวิธีการอย่างมีขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน</p> <ul style="list-style-type: none"> - นำเสนอแนวคิด/วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ และชัดเจน - นำเสนอแนวคิด/วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ แต่ขาดความชัดเจน 1 อย่าง - นำเสนอแนวคิด/วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ แต่ขาดความชัดเจนมากกว่า 1 อย่าง 	<p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>

คะแนนเต็ม	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	คะแนน
	- ไม่นำเสนอสิ่งใด	0

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนนเต็ม	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	คะแนน
3 คะแนน	<p>ด้านการระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สัมพันธ์กัน และครบถ้วน - ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้ถูกต้อง สัมพันธ์กัน แต่ไม่ครบถ้วน 1 อย่าง - ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้ถูกต้อง แต่ไม่สัมพันธ์กัน และไม่ครบถ้วนมากกว่า 1 อย่าง - ไม่ระบุหัวข้อความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 	<p>3</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินความเที่ยง (Validity) ของแบบทดสอบ

แบบประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน

คำชี้แจง

1. แบบประเมินความสอดคล้องฉบับนี้ เป็นแบบประเมินความสอดคล้องขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้ คือ แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน หลักการที่เกิดจากการสังเคราะห์แนวคิด หลักการที่เกิดจากการบูรณาการแนวคิด ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ และการสะท้อนรูปแบบการเรียนการสอน

2. โปรดอ่านรายการประเมินความสอดคล้องในแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการประเมินตามความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้อง ดังนี้

- +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกัน
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกัน
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกัน

และกรุณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบแต่ละข้อ โดยเขียนแสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะลงในช่องข้อเสนอแนะ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อควรปรับปรุง/ ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน PBL และ CL				
1.1 ความเหมาะสมของแนวคิดที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
1.2 ความเหมาะสมในการเรียบเรียง และการเชื่อมโยงแนวคิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน				
1.3 ความชัดเจนของกรอบแนวคิด				
2. หลักการที่เกิดจากการสังเคราะห์แนวคิด PBL และ CL				
2.1 หลักการ PBL ข้อ 1 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน PBL ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น				
2.2 หลักการ PBL ข้อ 2 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน PBL ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น				
2.3 หลักการ PBL ข้อ 3 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน PBL ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น				
2.4 หลักการ CL ข้อ 1 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน CL ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น				
2.5 หลักการ CL ข้อ 2 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน CL ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น				
2.6 หลักการ CL ข้อ 3 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน CL ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น				
2.7 หลักการ CL ข้อ 4 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน CL ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น				
3. หลักการ				
3.1 หลักการที่เกิดจากการบูรณาการสอดคล้องกับแนวคิด PBL และ CL				
4. วัตถุประสงค์				
4.1 รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
4.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อควรปรับปรุง/ ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
4.3 รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นสามารถส่งเสริม ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
5. ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ				
5.1 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบที่ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสอดคล้องกับหลักการที่เกิดจากการบูรณาการ				
5.2 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ สอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
5.3 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ สอดคล้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
5.4 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ สอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
6. การวัดและประเมินผล				
6.1 แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ				
6.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสอดคล้อง กับแผนการจัดการเรียนรู้				
6.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้				
6.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้				
6.5 การประเมินผลเชิงคุณภาพ 1) แบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน สอดคล้องกับการแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2) แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนสอดคล้องกับ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง

1. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ความครบถ้วนขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้ ใบความรู้ และใบกิจกรรม

2. โปรดอ่านรายการประเมินในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับผลการประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ / ข้อคิดเห็น
	+1	0	-1	
1. ความครบถ้วนขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้				
1.1 องค์ประกอบครบถ้วน ครอบคลุมหลักการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้				
1.2 องค์ประกอบต่างๆ มีความสอดคล้องกัน				
2. องค์ประกอบที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้				
2.1 มาตรฐานและตัวชี้วัดที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้				
2.1.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่จะสอน				
2.1.2 ครอบคลุมเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่จะสอน				
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.2.1 มีความชัดเจนระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้				
2.2.2 มีความครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์				
2.2.3 สามารถนำไปปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนได้				
2.3 สารการเรียนรู้(เนื้อหา)				
2.3.1 เขียนครอบคลุม ชัดเจน เข้าใจง่าย				
2.4 สารสำคัญ				
2.4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์และการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่กำหนด				

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ / ข้อคิดเห็น
	+1	0	-1	
2.4.2 นิยามมโนทัศน์ที่จะสอน ชัดเจน เหมาะสม ตามลำดับ การเรียนรู้ของผู้เรียน				
2.4.3 สามารถนำไปปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนได้				
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอน				
2.5.1 กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับขั้นตอนของ รูปแบบการเรียนการสอน				
2.5.2 การออกแบบกิจกรรมมีความชัดเจนเพียงพอต่อการ ปฏิบัติและนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาได้				
2.6 สื่อการเรียนรู้				
2.6.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน				
2.6.2 สะดวกในการใช้งาน				
2.6.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์				
2.7 การวัดและประเมินผล				
2.7.1 ครอบคลุมมาตรฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้				
2.7.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ทักษะ กระบวนการ และกิจกรรม				
2.7.3 เครื่องมือวัดและวิธีการวัดเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการ วัด				
3. ไบความรู้				
3.1 ครอบคลุมสาระสำคัญ				
3.2 สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตาม จุดประสงค์				
3.3 มีการเรียบเรียงเนื้อหาเพื่อให้ความรู้ ตามลำดับ เป็น ขั้นตอน เข้าใจง่าย				
4. ไบกิจกรรม				
4.1 คำสั่ง ชัดเจน เข้าใจง่าย				

แบบประเมินความเที่ยง (Validity) ของแบบทดสอบก่อนเรียน

วัตถุประสงค์

แบบประเมินฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิใช้ประเมินความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. โปรดอ่านนิยามศัพท์และขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกัน แล้วให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์กับนิยามศัพท์และกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่า ข้อสอบสอดคล้องกับนิยามศัพท์และกระบวนการเรียนการสอน
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับนิยามศัพท์และกระบวนการเรียนการสอน
-1	หมายถึง	แน่ใจว่า ข้อสอบไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์และกระบวนการเรียนการสอน

และกรุณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขข้อสอบแต่ละข้อ โดยเขียนแสดงความคิดเห็นข้อเสนอแนะลงในข้อสอบหรือในช่องข้อเสนอแนะ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อควรปรับปรุง/ ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
1. ตัวอย่างแบบทดสอบ				
1.1 ตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหา “แม่ค้าตลาดเย็นชอยจิวพันธ์” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
1.2 ประเด็นข้อคำถามในตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหา “แม่ค้าตลาดเย็นชอยจิวพันธ์” มีความเหมาะสมหรือไม่				
1.3 ภาษาที่ใช้ในตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหา “แม่ค้าตลาดเย็นชอยจิวพันธ์” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2. แบบทดสอบ				
2.1 สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “วันเปิดเทอม” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
2.2 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 “วันเปิดเทอม” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.3 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 “วันเปิดเทอม” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2.4 สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “ร้านขายตุ๊กตา” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
2.5 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 “ร้านขายตุ๊กตา” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.6 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 “ร้านขายตุ๊กตา” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2.7 สถานการณ์ปัญหาที่ 3 “รถตู้สุราษฎร์-เขาสก” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
2.8 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “รถตู้สุราษฎร์ เขาสก” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.9 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “รถตู้สุราษฎร์- เขาสก” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
3. เกณฑ์การวัดและประเมินผล				
3.1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับนิยามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อควรปรับปรุง/ ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
3.2 ระดับของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมหรือไม่				
แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
1. ตัวอย่างแบบทดสอบ				
1.1 ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา “เปิดบ้านอาเซียน” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
1.2 ประเด็นข้อคำถามในตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา “เปิดบ้านอาเซียน” มีความเหมาะสมหรือไม่				
1.3 ภาษาที่ใช้ในตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา “เปิดบ้านอาเซียน” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
2.1 สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “สวนพฤกษศาสตร์” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
2.2 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 “สวนพฤกษศาสตร์” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.3 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 “สวนพฤกษศาสตร์” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2.4 สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “บายศรี.....สู่ขวัญ” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
2.5 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 “บายศรี.....สู่ขวัญ” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.6 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 “บายศรี.....สู่ขวัญ” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2.7 สถานการณ์ปัญหาที่ 3 “ทีวีจอแบน” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
2.8 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “ทีวีจอแบน” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.9 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “ทีวีจอแบน” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อควรปรับปรุง/ ข้อเสนอแนะ
2.10 สถานการณ์ปัญหาที่ 4 “โครงการเศรษฐกิจพอเพียง” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
2.11 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “โครงการ เศรษฐกิจพอเพียง” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.12 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 4 “โครงการเศรษฐกิจ พอเพียง” มีความชัดเจนเหมาะสมหรือไม่				
2.13 สถานการณ์ปัญหาที่ 5 “คืนมหัศจรรย์...Miracle Night” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์				
2.14 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 5 “คืนมหัศจรรย์...Miracle Night” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.15 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 5 “คืนมหัศจรรย์... Miracle Night” มีความชัดเจนเหมาะสมหรือไม่				
3. เกณฑ์การวัดและประเมินผล				
3.1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับนิยามความสามารถใน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
3.2 ระดับของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมหรือไม่				
แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
1. ตัวอย่างแบบทดสอบ				
1.1 ตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหา “สไลด์เดอร์” เหมาะสมกับ การแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
1.2 ประเด็นข้อคำถามในตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหา “สไลด์เดอร์” มีความเหมาะสมหรือไม่				
1.3 ภาษาที่ใช้ในตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหา “สไลด์เดอร์” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2. แบบทดสอบ				
2.1 สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “ไม้ดอกไม้ประดับ” เหมาะสมกับ การแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
2.2 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 “ไม้ดอก ไม้ประดับ” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.3 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 “ไม้ดอกไม้ประดับ”				

รายการประเมิน	รายการประเมิน			ข้อควรปรับปรุง/ ข้อเสนอแนะ
มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2.4 สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “วันแม่แห่งชาติ” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
2.5 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 “วันแม่แห่งชาติ” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.6 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 “วันแม่แห่งชาติ” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2.7 สถานการณ์ปัญหาที่ 3 “รายจ่ายของ ผอ.นิยม” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
2.8 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “รายจ่ายของ ผอ.นิยม” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.9 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “รายจ่ายของ ผอ.นิยม” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2.10 สถานการณ์ปัญหาที่ 4 “รายจ่ายของ ผอ.นิยม” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
2.11 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 4 “ลายประตูป้าน” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.12 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 4 “ลายประตูป้าน” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
2.13 สถานการณ์ปัญหาที่ 3 “เรียนคณิตด้วย GSP” เหมาะสมกับการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์				
2.14 ประเด็นข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “เรียนคณิตด้วย GSP” มีความเหมาะสมหรือไม่				
2.15 ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 “เรียนคณิตด้วย GSP” มีความชัดเจน และเหมาะสมหรือไม่				
3. เกณฑ์การวัดและประเมินผล				
3.1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับนิยามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
3.2 ระดับของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมหรือไม่				

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ข
ผลประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้ผลการประเมินดังนี้

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
1.3	1	0	1	2	0.67
2.1	1	1	1	3	1.00
2.2	1	1	1	3	1.00
2.3	1	1	1	3	1.00
2.4	1	0	1	2	0.67
2.5	1	1	1	3	1.00
2.6	1	1	1	3	1.00
2.7	1	1	1	3	1.00
3.1	1	1	1	3	1.00
4.1	1	0	1	2	0.67
4.2	1	0	1	2	0.67
4.3	1	1	0	2	0.67
5.1	1	0	1	2	0.67
6.1	1	1	1	3	1.00
6.2	0	1	1	2	0.67
6.3	1	1	1	3	1.00
6.4	1	1	1	3	1.00
6.5	1	1	1	3	1.00

ผลประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้ผลการประเมินดังนี้

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
2.1.1	1	1	1	3	1.00
2.1.2	1	1	1	3	1.00
2.2.1	1	1	1	3	1.00
2.2.2	1	1	1	3	1.00
2.2.3	1	1	1	3	1.00
2.3.1	1	1	1	3	1.00
2.4.1	1	1	1	3	1.00
2.4.2	1	1	0	2	0.67
2.4.3	1	1	1	3	1.00
2.5.1	0	1	1	2	0.67
2.5.2	0	1	1	2	0.67
2.6.1	1	1	1	3	1.00
2.6.2	1	1	1	3	1.00
2.6.3	1	1	1	3	1.00
2.7.1	1	1	1	3	1.00
2.7.2	1	1	1	3	1.00
2.7.3	1	1	1	3	1.00
3.1	1	1	1	3	1.00
3.2	1	0	1	2	0.67
3.3	1	1	1	3	1.00

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
4.1	1	1	1	3	1.00
4.2	1	1	1	3	1.00
4.3	1	1	1	3	1.00
4.4	1	1	1	3	1.00
4.5	1	1	1	3	1.00
4.6	1	0	1	2	0.67
4.7	1	0	1	2	0.67

ผลประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลประเมินคุณภาพของแบบประเมินระหว่างเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้ผลการประเมินดังนี้

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
1.3	1	1	1	3	1.00
2.1	1	1	1	3	1.00
2.2	1	0	1	2	0.67
2.3	0	1	1	2	0.67
3.1	1	1	1	3	1.00
3.2	1	1	1	3	1.00
3.3	1	1	1	3	1.00
3.4	1	1	1	3	1.00

ผลประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลประเมินความตรง (Validity) ของแบบทดสอบก่อนเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้ผลการประเมินดังนี้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
1.3	1	0	1	2	0.67
2.1	1	1	1	3	1.00
2.2	0	1	1	2	0.67
2.3	1	0	1	2	0.67
2.4	1	1	1	3	1.00
2.5	0	1	1	2	0.67
2.6	1	0	1	2	0.67
2.7	1	1	1	3	1.00
2.8	0	1	1	2	0.67
2.9	1	0	1	2	0.67
3.1	1	1	1	3	1.00
3.2	1	1	1	3	1.00

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
1.3	1	1	1	3	1.00
2.1	1	1	1	3	1.00
2.2	1	0	1	2	0.67
2.3	1	1	1	3	1.00
2.4	1	1	1	3	1.00
2.5	1	0	1	2	0.67
2.6	1	1	1	3	1.00
2.7	1	1	1	3	1.00
2.8	0	1	1	2	0.67
2.9	0	1	1	2	0.67
2.10	1	1	1	3	1.00
2.11	1	0	1	2	0.67
2.12	0	1	1	2	0.67
2.13	1	1	1	3	1.00
2.14	1	0	1	2	0.67
2.15	0	1	1	2	0.67
3.1	1	1	1	3	1.00
3.2	1	1	1	3	1.00

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
1.3	1	1	1	3	1.00
2.1	1	1	1	3	1.00
2.2	1	1	1	3	1.00
2.3	1	1	1	3	1.00
2.4	1	1	1	3	1.00
2.5	1	0	1	2	0.67
2.6	1	0	1	2	0.67
2.7	1	1	1	3	1.00
2.8	0	1	1	2	0.67
2.9	0	1	1	2	0.67
2.10	1	1	1	3	1.00
2.11	1	0	1	2	0.67
2.12	0	1	1	2	0.67
2.13	1	0	1	2	0.67
2.14	0	1	1	2	0.67
2.15	1	1	1	3	1.00
3.1	1	1	1	3	1.00
3.2	1	1	1	3	1.00

ผลประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลประเมินความตรง (Validity) ของแบบทดสอบหลังเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้ผลการประเมินดังนี้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
1.3	1	1	1	3	1.00
2.1	1	1	1	3	1.00
2.2	0	1	1	2	0.67
2.3	1	0	1	2	0.67
2.4	1	1	1	3	1.00
2.5	0	1	1	2	0.67
2.6	1	1	1	3	1.00
2.7	1	1	1	3	1.00
2.8	0	1	1	2	0.67
2.9	1	0	1	2	0.67
3.1	1	1	1	3	1.00
3.2	1	1	1	3	1.00

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
1.3	1	0	1	2	0.67
2.1	1	1	1	3	1.00
2.2	1	1	1	3	1.00
2.3	1	1	0	2	0.67
2.4	1	1	1	3	1.00
2.5	1	1	1	3	1.00
2.6	1	0	1	2	0.67
2.7	1	1	1	3	1.00
2.8	0	1	1	2	0.67
2.9	1	0	1	2	0.67
2.10	1	1	1	3	1.00
2.11	1	1	0	2	0.67
2.12	1	0	1	2	0.67
2.13	1	1	1	3	1.00
2.14	1	1	1	3	1.00
2.15	0	1	1	2	0.67
3.1	1	1	1	3	1.00
3.2	1	1	1	3	1.00

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	1	1	1	3	1.00
1.2	1	1	1	3	1.00
1.3	1	1	1	3	1.00
2.1	1	1	1	3	1.00
2.2	1	1	1	3	1.00
2.3	1	0	1	2	0.67
2.4	1	1	1	3	1.00
2.5	1	1	1	3	1.00
2.6	1	0	1	2	0.67
2.7	1	1	1	3	1.00
2.8	1	1	1	3	1.00
2.9	0	1	1	2	0.67
2.10	1	1	1	3	1.00
2.11	1	1	1	3	1.00
2.12	1	1	1	3	1.00
2.13	1	1	1	3	1.00
2.14	1	1	1	3	1.00
2.15	0	1	1	2	0.67
3.1	1	1	1	3	1.00
3.2	1	1	1	3	1.00

ภาคผนวก ข
แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ทศนิยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค. 1.2 เข้าใจผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค. 1.6 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดสร้างสรรค์

2. ตัวชี้วัด

ค. 1.2 ป. 6/2 วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของทศนิยม พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้

ค. 6.1 ป. 6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

ค. 6.1 ป. 6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค. 6.1 ป. 6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ค. 6.4 ป. 6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์

3. สาระสำคัญ

โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน ใช้หลักการเดียวกับโจทย์ปัญหาทั่วไป ได้แก่ การทำความเข้าใจโจทย์ การวางแผนดำเนินการ ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบคำตอบ หลังจากนั้นก็ใช้หลักการเดียวกับการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยม
ระคนที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง
2. มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยม
ระคนที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง
3. สร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคนที่มีผลลัพธ์เป็น
ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง

ด้านทักษะกระบวนการ

1. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยม
ระคน
2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
3. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ของโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน ในการ
สื่อสาร การสื่อความหมายและนำเสนอวิธีการทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และมี
ลำดับขั้นตอน
4. สามารถเชื่อมโยงความรู้จากที่เรียนในวิชาคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยกัน และ
สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือแตกต่าง

ด้านคุณลักษณะ

1. มีระเบียบวินัย
2. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน
3. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน
4. การทำงานกลุ่ม
5. ความมั่นใจในตนเอง

5. สารการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “ข้าวหน้าเป็ด”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “น้ำเชื่อม”

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “ข้าวหน้าเปิด”

ในซอยจรัลพัทธ์มีร้านข้าวหน้าเปิดที่อร่อยถูกใจลูกค้า ชื่อร้านแม่อุไรทุกวันจะมีลูกค้ามานั่งรับประทานข้าวกันอย่างมีความสุข โดยแต่ละวันแม่อุไรก็จะลงทุนซื้อเปิด 2 เบอร์จึงจะได้กำไร โดยใช้เงินลงทุนไม่เกิน 800 บาท ต่อวัน และได้กำไรประมาณ 1,000 บาท ต่อวัน ราคาเปิดในตลาดเป็นดังนี้

เปิดเบอร์เล็กราคาตัวละ 150.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็นข้าวหน้าเปิดแล้วจะได้กำไรตัวละ 200 บาท

เปิดเบอร์กลางราคาตัวละ 185.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็นข้าวหน้าเปิดแล้วจะได้กำไรตัวละ 250 บาท

เปิดเบอร์ใหญ่ราคาตัวละ 230.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็นข้าวหน้าเปิดแล้วจะได้กำไรตัวละ 300 บาท



จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวอยากทราบว่ามี

1. ประเด็นปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด
2. เจาะใจของปัญหาคืออะไร
3. นักเรียนจะแสดงวิธีหาคำตอบได้อย่างไร

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “น้ำเชื่อม”

ในตอนเย็นก่อนเลิกเรียน จะมีพ่อค้าแม่ค้าเข้ามาขายอาหารในบริเวณโรงเรียนวัดคณาราม มีทั้งลูกชิ้นทอด ผลไม้พริกเกลือ ขนมโตเกียว และน้ำแข็งไส โดยเฉพาะน้ำแข็งไสนั้น พ่อค้าต้องต้มน้ำเชื่อมเก็บไว้ ในแต่ละครั้งก็จะซื้อน้ำตาลทรายผสมกันสองชนิด ชนิดละ 2 กิโลกรัม โดยลงทุนไม่เกิน 100 บาท และได้กำไรประมาณ 1,250 บาท ราคาน้ำตาลทรายในตลาดเป็นดังนี้

น้ำตาลทรายมิตรผลแดงกิโลกรัมละ 25.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็นน้ำเชื่อมแล้วจะ
ได้กำไร 300 บาท

น้ำตาลทรายวังขนายแดงกิโลกรัมละ 26.25 บาท เมื่อนำไปทำเป็นน้ำเชื่อมแล้วจะได้
กำไร 300 บาท

น้ำตาลทรายสินขาวกิโลกรัมละ 23.25 บาท เมื่อนำไปทำเป็นน้ำเชื่อมแล้วจะได้กำไร
300 บาท

จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวอยากทราบว่

1. ประเด็นปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด
2. เจาะใจของปัญหาคืออะไร
3. นักเรียนจะแสดงวิธีหาคำตอบได้อย่างไร



6. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

<p>กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p>กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ</p>
<p>ชั่วโมงที่ 1 ชั้นที่ 1 - 2 ชั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญปัญหาที่ท้าทาย</p>	<p>ชั่วโมงที่ 1 ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p>
<p>1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการจัดมุมคณิตศาสตร์ ป้ายนิเทศการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน ที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกิน สามตำแหน่งและโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน และแนะนำ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียน คู่มือครู ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิด วิเคราะห์คณิตศาสตร์ แผนการสอน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และใบความรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบ คูณ หารทศนิยมระคน Internet หลังจากนั้นจึง ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคนที่มีผลลัพธ์ ไม่เกินสามตำแหน่งและความสัมพันธ์ของทศนิยมและเศษส่วน ด้วยโจทย์ ต่อไปนี้</p> <p>จงเปรียบเทียบ</p> <p>$\frac{7}{8}$ <input type="checkbox"/> 0.8</p> <p>0.45 <input type="checkbox"/> $\frac{5}{9}$</p>	<p>1. ครูสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียน 2. ครูสนทนากับนักเรียนถึงความรู้ที่เคยเรียนมาเกี่ยวกับทศนิยม และการ บวก ลบ คูณ หารทศนิยมที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และ ความสัมพันธ์ของทศนิยมและเศษส่วน ด้วยโจทย์ต่อไปนี้</p> <p>จงเปรียบเทียบ</p> <p>$\frac{7}{8}$ <input type="checkbox"/> 0.8</p> <p>0.45 <input type="checkbox"/> $\frac{5}{9}$</p> <p>$\frac{40}{80}$ <input type="checkbox"/> 0.5</p> <p>ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความสัมพันธ์ของทศนิยมและเศษส่วน ครูทบทวนการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม และการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคนที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง โดยให้ นักเรียนแต่ละคนแข่งขันกันคิดคำตอบจากโจทย์ที่ครูเขียนบนกระดานและ ร่วมกันเฉลยคำตอบ เช่น</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบปกติ</p>
<p>หลักการเดิมอะไรมาเกี่ยวข้อง และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม (คำตอบของกิจกรรม เช่น การบวกทศนิยม การลบทศนิยม การบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยมระคนที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง การเปรียบเทียบ และ โจทย์ปัญหา)</p> <p>3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มขนาด 4 คน โดยคณะกรรมการแต่ละกลุ่มประกอบด้วยเด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน โดยใช้สัดส่วน 1 : 1 : 2 ตามลำดับ</p> <p>4. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ทำทายทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “ข้าวหน้าเป็ด” กับกลุ่มที่ 1 – 3 ใช้สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “น้ำเชื่อม” กับกลุ่มที่ 4 – 6</p> <p>ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้</p> <p>1. นักเรียนต่างคนต่างพิจารณาว่า ประเด็นปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใดเงื่อนไขของปัญหาคืออะไร และจะต้องนำความรู้เดิมหรือกระบวนการเดิมอะไร หรือหลักการเดิมอะไรมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดเพื่อตอบปัญหาสถานการณ์นั้น (ครูกระตุ้นให้นักเรียนมีความตระหนักในการค้นหาคำตอบ)</p> <p>2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันกำหนดเป้าหมายของตน วิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ถ้ากลุ่มใดไม่ทราบครูจะช่วยกระตุ้นและชี้แนะเป็นระยะโดยใช้คำถามนำ ดังนี้</p>	<p>คำตอบ หลังจากนั้นจึงใช้หลักการ เดียวกับการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนนับ</p> <p>2. ครูนำเสนอปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ โดยครูคอยชี้แนะเป็นระยะ ดังนี้</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>ตัวอย่างแม่ซื้อเปิดเบอร์เล็ก จำนวน 1 ตัว ราคาตัวละ 150.50 บาท และซื้อเปิดเบอร์กลางจำนวน 3 ตัว ราคาตัวละ 185.50 บาท แม่ซื้อใดต้องจ่ายเงินซื้อเปิดทั้งหมดเท่าไร</p> </div> <p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์</p> <p>ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอ่านและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อทำความเข้าใจโจทย์โดยการตอบคำถาม ต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์ต้องการทราบอะไร (แม่ซื้อใดต้องจ่ายเงินซื้อเปิดทั้งหมดเท่าไร) - โจทย์ข้อนี้กำหนดอะไรมาให้บ้าง (เปิดเบอร์เล็ก 1 ตัว ราคาตัวละ 150.50 บาท และเปิดเบอร์กลาง 3 ตัว ราคาตัวละ 185.50 บาท) <p>ขั้นที่ 2 วางแผนดำเนินการ เช่น</p> <p style="text-align: center;">แนวคิด</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบปกติ</p>
<p>(ครูคอยสังเกตนักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันหาคำตอบ โดยให้สังเกตจากข้อความในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ถ้าหากกลุ่มใดไม่ทราบก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษา)</p> <p style="text-align: center;">2.3 จากสถานการณ์ปัญหานี้ นักเรียนจะแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาได้อย่างไร</p> <p style="text-align: center;">2.3.1 จากสถานการณ์ปัญหานี้ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง (ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยการอ่าน คิควิเคราะห์ข้อความ รูปภาพจากสถานการณ์ปัญหา เช่น มีเปิดอยู่ที่เบอร์เปิดแต่ละเบอร์ราคาตัวละกี่บาท เมื่อนำไปทำเป็นข้าวหน้าเปิดแล้วจะได้กำไรตัวละกี่บาทหากกลุ่มใดไม่ทราบก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษา)</p> <p style="text-align: center;">2.3.2 จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า จะต้องซื้อเปิดกี่ใบบ้าง ในแต่ละคู่จะซื้อเปิดเบอร์ใดก็ได้ ที่ลงทุนไม่เกิน 800 บาท และได้กำไรประมาณ 1,000 บาท (ครูคอยชี้แนะ กำกับให้นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มช่วยกันหาคำตอบ ถ้าหากกลุ่มใดไม่ทราบก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษา)</p> <p style="text-align: center;">2.3.3 นักเรียนจะเลือกซื้อเปิดคู่ใด และเปิดแต่ละเบอร์มีกี่ตัว</p>	<p>ซื้อเปิดเบอร์กลางราคาตัวละ 185.50 บาท</p> <p>ซื้อจำนวน 3 ตัว</p> <p>ดังนั้น ซื้อเปิดเบอร์กลางต้องจ่ายเงิน $3 \times 185.50 = 556.50$ บาท</p> <p>ดังนั้น แม่จ๋าต้องจ่ายเงินซื้อเปิดทั้งหมด $150.50 + 556.50 = 707$ บาท</p> <p>ตอบ แม่จ๋าต้องจ่ายเงินซื้อเปิดทั้งหมด ๗๐๗ บาท</p> <p>ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>ครูให้นักเรียนช่วยกันตรวจสอบคำตอบ โดยการตอบคำถาม ดังนี้</p> <p>ความสมเหตุสมผล</p> <ol style="list-style-type: none"> จากการแสดงวิธีทำ แม่จ๋าต้องจ่ายเงินซื้อเปิดทั้งหมดกี่บาท (707 บาท) นักเรียนจะตรวจสอบได้อย่างไรว่า 707 บาท นั้นมาจากไหน (มาจาก $150.50 + 556.50$) <p>เปิดเบอร์กลาง 3 ตัว ราคา 556.50 บาท ถ้าเปิดเบอร์กลาง 1 ตัว ราคา 185.50 บาท</p> <p>เปิดเบอร์เล็ก 1 ตัว ราคา 150.50 บาท</p> <p>ตรวจสอบคำตอบ</p> <p style="text-align: center;">$707 - 556.50 = 150.50$</p> <p style="text-align: center;">$556.50 \div 3 = 185.50$</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบปกติ</p>
<p>เพราะเหตุใด (ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือกซื้อเปิดภายในเงื่อนไขที่กำหนด)</p> <p style="text-align: center;">2.3.4 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าซื้อเปิดเบอร์ใดก็ดีว่า ราคาเบอร์ละกี่บาท และราคาทั้งหมดกี่บาท (ครูคอยกระตุ้น ชี้แนะให้นักเรียนคาดเดา คิดโดยใช้ตารางคำนวณ หรือใช้กลวิธีต่าง ๆ ในการวางแผนแก้ปัญหา เพื่อสื่อสารและสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้)</p> <p style="text-align: center;">2.3.5 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าซื้อเปิดเบอร์ใด ก็ดีว่า ได้กำไรเบอร์ละกี่บาท และได้กำไรทั้งหมดกี่บาท (ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ)</p> <p style="text-align: center;">2.4 นักเรียนทราบหรือไม่ว่า การหาคำตอบของปัญหานี้ต้องใช้ความรู้อะไรมาเกี่ยวข้องบ้าง (ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้สัมพันธ์หัวข้อความรู้ หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ กับประเด็นปัญหาและความรู้ใหม่ที่ต้องไปศึกษาค้นคว้า เพื่อนำมาตอบปัญหา ถ้าหากกลุ่มใดไม่ทราบก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษา)</p> <p style="text-align: center;">2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสรุปประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่ต้องแสวงหาคำตอบแล้วแสดงวิธีหาคำตอบในใบกิจกรรมที่ 1 (ถ้านักเรียนกลุ่มใดยังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาต่าง ๆ ได้ครบถ้วน ครูจะกระตุ้น ชี้แนะ</p>	<p>ดังนั้น 707 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง</p> <p>3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยนำเสนอปัญหาใหม่ ครูคอยชี้แนะกำกับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแสดงวิธีหาคำตอบ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอ ดังนี้</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">พ่อค้าขายน้ำแข็งใสชื้อน้ำตาลทรายแดงมีตรผลจำนวน 2 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 25.50 บาท และชื้อน้ำตาลทรายขาวลีน จำนวน 2 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 23.25 บาท พ่อค้าลงทุนชื้อน้ำตาลทรายทั้งหมดกี่บาท</p> </div> <p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์ต้องการทราบอะไร (พ่อค้าชื้อน้ำตาลทรายทั้งหมดกี่บาท) - โจทย์ชื้อนี้กำหนดอะไรมาบ้าง (ชื้อน้ำตาลทรายมีตรผล จำนวน 2 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 25.50 บาท น้ำตาลทรายขาวลีน จำนวน 2 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 23.25 บาท) <p>ขั้นที่ 2 วางแผนดำเนินการ เช่น</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบปกติ</p>															
<p>ให้นักเรียนตรวจสอบว่า ได้ระบุประเด็นปัญหาหลัก ประเด็นปัญหาย่อยครบถ้วนหรือยัง เช่น ปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด เื่อนใจของปัญหาคืออะไร จะแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาได้อย่างไร เช่น โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง จะแก้โจทย์ข้อนี้ได้อย่างไร จะแสดงวิธีการแก้โจทย์ข้อนี้ได้อย่างไร ตรวจสอบคำตอบอย่างไร จะนำความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์อะไรมาใช้เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์นั้น)</p> <p style="text-align: center;">2.6 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันลงมือสืบค้นเพื่อเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลในขั้นที่ 1 ข้อที่ 1 เพื่อใช้ในการหาคำตอบ มีการช่วยเหลือพึ่งพากันด้วยความกระตือรือร้น (โดยครูคอยช่วยเหลือและให้ความรู้เพิ่มเป็นระยะ)</p> <p style="text-align: center;">สถานการณ์ปัญหาที่ 2</p> <p>ในตอนเย็นก่อนเลิกเรียน จะมีพ่อค้าแม่ค้าเข้ามาขายอาหารในบริเวณโรงเรียนวัดธรรมาราม มีทั้งลูกชิ้นทอด ผลไม้พริกเกลือ ขนมโตเกียว และน้ำแข็งไส โดยเฉพาะน้ำแข็งไสนั้น พ่อค้าต้องตักน้ำเชื่อมเก็บไว้ ในแต่ละครั้งก็จะชื้อน้ำตาลทรายผสมกันสองชนิด ชนิดละ 2 กิโลกรัม โดยลงทุนไม่เกิน 100 บาท และได้กำไรประมาณ 1,250 บาท ราคาน้ำตาลทรายในตลาดเป็นดังนี้</p> <p style="text-align: center;">น้ำตาลทรายแดงมีตรผลกิโลกรัมละ 25.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็น</p>	<p>แนวคิด</p> <p>1.</p> <table border="1" data-bbox="1093 571 1939 772"> <thead> <tr> <th>ชนิดของน้ำตาลทราย</th> <th>จำนวน</th> <th>ราคาที่ซื้อ</th> <th>จำนวนที่ซื้อ</th> <th>ราคาทั้งหมด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มิตรผลแดง</td> <td>1</td> <td>25.50 บาท</td> <td>2</td> <td>51 บาท</td> </tr> <tr> <td>สินชา</td> <td>1</td> <td>23.25 บาท</td> <td>2</td> <td>46.50 บาท</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. พ่อค้าชื้อน้ำตาลทรายทั้งหมดกี่บาท หาได้จาก</p> <ul style="list-style-type: none"> - นำราคาซื้อน้ำตาลทั้งสองชนิดมาบวกกัน - ชื้อน้ำตาลทรายมิตรผลแดง 1 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 25.50 บาท <p>ดังนั้น ถ้าซื้อ 2 กิโลกรัม ต้องจ่ายเงิน $2 \times 25.50 = 51$ บาท</p> <ul style="list-style-type: none"> - ชื้อน้ำตาลทรายสินชา 1 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 23.25 บาท <p>ดังนั้น ถ้าซื้อ 2 กิโลกรัม ต้องจ่ายเงิน $2 \times 23.25 = 46.50$ บาท</p> <ul style="list-style-type: none"> - พ่อค้าลงทุนชื้อน้ำตาลทั้งหมดกี่บาท หาได้จาก $51 + 46.50 = 97.50$ บาท <p>3. เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ดังนี้ $(2 \times 25.50) + (2 \times 23.25) = \square$</p> <p>ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน</p>	ชนิดของน้ำตาลทราย	จำนวน	ราคาที่ซื้อ	จำนวนที่ซื้อ	ราคาทั้งหมด	มิตรผลแดง	1	25.50 บาท	2	51 บาท	สินชา	1	23.25 บาท	2	46.50 บาท
ชนิดของน้ำตาลทราย	จำนวน	ราคาที่ซื้อ	จำนวนที่ซื้อ	ราคาทั้งหมด												
มิตรผลแดง	1	25.50 บาท	2	51 บาท												
สินชา	1	23.25 บาท	2	46.50 บาท												

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>แต่ละชนิดราคาภิโกลรัมละกี่ปาท เมื่อนำไปทำเป็นน้ำเชื่อมแล้วได้กำไร ชนิดละกี่ปาท หากกลุ่มใดยังไม่ทราบก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษา)</p> <p style="text-align: center;">2.3.2 จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า จะซื้อน้ำตาลทรายคู่ใดบ้าง ในแต่ละคู่จะซื้อน้ำตาลทรายชนิดใดที่โกลรัม ที่ ลงทุนไม่เกิน 100 บาท และได้กำไรประมาณ 1,200 (ครูคอยชี้แนะ กำกับให้ นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มช่วยกันหาคำตอบ ถ้าหากกลุ่มใดไม่ทราบก็ให้ ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษา)</p> <p style="text-align: center;">2.3.3 นักเรียนจะเลือกซื้อน้ำตาลทรายคู่ใด และน้ำตาลทราย แต่ละชนิดมีกิโลกรัม เพราะเหตุใด (ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือก ซื้อน้ำตาลทรายภายในเงื่อนไขที่กำหนด)</p> <p style="text-align: center;">2.3.4 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าซื้อน้ำตาลทรายชนิดใด กิโลกรัม ราคาภิโกลรัมละกี่ปาท และราคาทั้งหมดกี่ปาท (ครูคอยกระตุ้น ชี้แนะให้นักเรียน คาดเดาคำตอบ คิดโดยใช้ตาราง คำนวณ หรือกลวิธีอื่น ๆ ในการวางแผนแก้ปัญหา เพื่อสื่อสาร และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้)</p> <p style="text-align: center;">2.4 นักเรียนทราบหรือไม่ว่า การหาคำตอบของปัญหานี้ต้องใช้ความรู้ อะไรมาเกี่ยวข้องบ้าง (ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้สัมพันธ์หัวข้อความรู้ หรือ</p>	<div style="text-align: right;"> <p>ตรวจสอบคำตอบ $97.50 - 46.50 = 51$</p> <p>$46.50 \div 2 = 23.25$</p> <p>$51 \div 2 = 25.50$</p> <p>ดังนั้น 97.50 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง</p> </div> <p>ชั่วโมงที่ 2 ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูและนักเรียนสรุปความรู้ที่เรียนรู้ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและ สะท้อนคิดผ่านชิ้นงานที่กลุ่มนำเสนอ 2. ครูฝึกให้นักเรียนแต่ละคนได้นำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาใน สถานการณ์ที่คล้ายคลึงและแตกต่างด้วยการทำใบกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้น 3. ครูฝึกให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาและฝึกทำโจทย์ที่แตกต่างด้วย ใบงาน

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>กระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ กับประเด็นปัญหาและความรู้ใหม่ที่ต้องไปศึกษาค้นคว้า เพื่อนำมาตอบปัญหา ถ้าหากกลุ่มใดไม่ทราบก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อยที่ต้องศึกษา)</p> <p style="text-align: center;">2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสรุปประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่ต้องแสวงหาความรู้ แล้วแสดงวิธีหาคำตอบในใบกิจกรรมที่ 1 (ถ้านักเรียนกลุ่มใดยังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาต่าง ๆ ได้ครบถ้วน ครูจะกระตุ้น ชี้แนะให้นักเรียนตรวจสอบว่าได้ระบุประเด็นปัญหาหลัก ประเด็นปัญหาย่อยครบถ้วนหรือยัง เช่น ปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด เนื้อหาของปัญหาคืออะไร จะแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาได้อย่างไร เช่น โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง จะแก้โจทย์ข้อนี้อย่างไร จะแสดงวิธีการแก้โจทย์ข้อนี้อย่างไร ตรวจสอบคำตอบอย่างไร จะนำความรู้หรือกระบวนการหรือหลักการทางคณิตศาสตร์อะไรมาใช้เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์นั้น)</p> <p style="text-align: center;">2.6 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันลงมือสืบค้นเพื่อเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลในชั้นที่ 1 ข้อที่ 1 เพื่อใช้ในการหาคำตอบ มีการช่วยเหลือพึ่งพากันด้วยความกระตือรือร้น (โดยครูคอยช่วยเหลือและให้ความรู้เพิ่มเป็นระยะ)</p> <p>ชั่วโมงที่ 2 ชั้นที่ 3 – 4</p> <p>ชั้นที่ 3 ร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่มือกลุ่ม</p>	

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพูด เขียน อธิบายเพื่อสื่อสารเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ และประโยคสัญลักษณ์ สื่อความหมายโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น นิยาม สมบัติ สูตร เพื่อสื่อแนวคิดในการตีความ แปลความ ตามกรอบประเด็นปัญหาหลักและปัญหาย่อยที่ไปศึกษาในใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ปัญหาที่ 1 และสถานการณ์ปัญหาที่ 2 เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน และนำเสนอวิธีการหาคำตอบตามลำดับขั้นตอน ชัดเจน สมบูรณ์ โดยใช้ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้</p> <p style="text-align: center;">สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “ข้าวหน้าเป็ด”</p> <p style="text-align: center;">- จากสถานการณ์ปัญหานี้ ประเด็นปัญหา คือ แม่จ๋าจะซื้อเป็ดคู่ใดบ้างเพื่อให้ได้กำไรแต่ละวัน วันละประมาณ 1,000 บาท เพราะต้องการกำไรประมาณ 1,000 บาท</p> <p style="text-align: center;">- จากสถานการณ์ปัญหานี้ เงื่อนไขของปัญหา คือ แต่ละวันซื้อเป็ด 2 เบอร์ ลงทุนไม่เกิน 800 บาท กำไรวันละประมาณ 1,000 บาท</p> <p style="text-align: center;">- จากสถานการณ์ปัญหานี้จะแสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาได้ ดังนี้ เช่น</p> <p style="text-align: center;">โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง เช่น เป็ดเบอร์เล็กราคาตัวละ 150.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็นข้าวหน้าเป็ดแล้วจะได้กำไรตัวละ 200 บาท</p>	

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p style="text-align: center;">แนวคิด (จะแก้โจทย์ข้อนี้อย่างไร)</p> <p style="text-align: center;">- ดีความจากเงื่อนไขของปัญหา เช่น แต่ละวันซื้อเปิด 2 เบอร์ ลงทุนไม่เกิน 800 บาท ถ้าวันละ ประมาณ 1,000 บาท หมายความว่า ใน 1 วัน จะซื้อเปิดเบอร์ 1, 2 และ 3 ได้เพียง 2 เบอร์เท่านั้น และใช้เงินได้ไม่เกิน 800 บาท และให้ได้กำไรประมาณ 1,000 บาท ได้กำไรประมาณ 1,000 บาท หมายความว่า จะต้องได้กำไร เท่ากับ 1,000 บาท หรือมากกว่า 1,000 บาท และน้อยกว่า 1,000 บาท ได้เพียง เล็กน้อย (ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ / ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวน เต็มร้อย)</p> <p style="text-align: center;">ลงทุนไม่เกิน 800 บาท หมายความว่า จะต้องลงทุนเท่ากับ 800 บาท หรือน้อยกว่า 800 บาท ได้เพียงเล็กน้อย (ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็ม หน่วย / ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ)</p> <p style="text-align: center;">- แสดงแนวคิดโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์</p> <p style="text-align: center;">คู่ที่ 1 ซื้อเปิดเบอร์เล็ก จำนวน 2 ตัว และซื้อเปิดเบอร์ใหญ่ จำนวน 2 ตัว กำไร 1,000 บาท ทูน 761 บาท</p> <p style="text-align: center;">คู่ที่ 2 ซื้อเปิดเบอร์เล็ก จำนวน 1 ตัว และซื้อเปิดเบอร์กลาง จำนวน 3 ตัว กำไร 950 บาท ทูน 707 บาท</p>	

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>																												
<p style="text-align: center;"> คู่มือ 3 ซื้อเปิดเบอร์กลาง จำนวน 3 ตัว และซื้อเปิดเบอร์ใหญ่ จำนวน 1 ตัว กำไร 1,050 บาท ทุน 878 บาท จะเลือกซื้อเปิดได้ 2 คู่มือ คือ คู่มือที่ 1 และ 2 </p> <table border="1" data-bbox="259 549 969 783"> <thead> <tr> <th>ขนาดเปิด</th> <th>จำนวน</th> <th>ราคาซื้อ</th> <th>กำไร</th> <th>จำนวน</th> <th>ราคาซื้อ</th> <th>กำไร</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เบอร์เล็ก</td> <td>1 ตัว</td> <td>150.50 บาท</td> <td>200</td> <td>2 ตัว</td> <td>301</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>เบอร์กลาง</td> <td>1 ตัว</td> <td>185.50 บาท</td> <td>250</td> <td>3 ตัว</td> <td>556.50</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>เบอร์ใหญ่</td> <td>1 ตัว</td> <td>230.50 บาท</td> <td>300</td> <td>2 ตัว</td> <td>461</td> <td>600</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"> - เขียนประโยคสัญลักษณ์ คู่มือที่ 2 $(150.50) + (3 \times 185.50) = \square$ แสดงวิธีแก้โจทย์ข้อนี้ แม่จ๋าเลือกซื้อเปิดคู่มือที่ 2 ซื้อเปิดเบอร์เล็ก จำนวน 1 ตัว และซื้อเปิด เบอร์กลางจำนวน 2 ตัว กำไร 950 บาท ทุน 707 บาท วิธีทำ แม่จ๋าซื้อเปิดเบอร์เล็กจำนวน 1 ตัว ราคาตัวละ 150.50 บาท ซื้อเปิดเบอร์กลางราคาตัวละ 185.50 บาท ซื้อมา 3 ตัว ดังนั้น ซื้อเปิดเบอร์กลางต้องจ่ายเงิน $3 \times 185.50 = 556.50$ บาท ดังนั้น แม่จ๋าต้องจ่ายเงินซื้อเปิดทั้งหมด $150.50 + 556.50 = 707$ บาท ตอบ แม่จ๋าต้องลงทุนซื้อเปิดคู่มือที่ 2 ทั้งหมด ๗๐๗ บาท </p>	ขนาดเปิด	จำนวน	ราคาซื้อ	กำไร	จำนวน	ราคาซื้อ	กำไร	เบอร์เล็ก	1 ตัว	150.50 บาท	200	2 ตัว	301	400	เบอร์กลาง	1 ตัว	185.50 บาท	250	3 ตัว	556.50	750	เบอร์ใหญ่	1 ตัว	230.50 บาท	300	2 ตัว	461	600	
ขนาดเปิด	จำนวน	ราคาซื้อ	กำไร	จำนวน	ราคาซื้อ	กำไร																							
เบอร์เล็ก	1 ตัว	150.50 บาท	200	2 ตัว	301	400																							
เบอร์กลาง	1 ตัว	185.50 บาท	250	3 ตัว	556.50	750																							
เบอร์ใหญ่	1 ตัว	230.50 บาท	300	2 ตัว	461	600																							

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p style="text-align: center;">ตรวจสอบคำตอบ</p> <p style="text-align: center;">ความสมเหตุสมผล</p> <p style="text-align: center;">1. จากคำตอบที่ได้แม่ๆ ใดต้องจ่ายเงินซื้อเปิดทั้งหมด 707 บาท</p> <p style="text-align: center;">2. คิดย้อนกลับ 707 มาจาก 150.50 + 556.50 บาท</p> <p style="text-align: center;">เปิดเบอร์กลาง 3 ตัว ราคา 556.50 บาท เปิดตัวเดียวราคา 556.50 ÷ 3 = 185.50 บาท</p> <p style="text-align: center;">เปิดเบอร์เล็ก 1 ตัว ราคา 150.50 บาท</p> <p style="text-align: center;">ตรวจสอบคำตอบ</p> $707 - 556.50 = 150.50$ $556.50 \div 3 = 185.50$ <p style="text-align: center;">ดังนั้น 707 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง</p> <p style="text-align: center;">- ข้อความรู้ หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่สัมพันธ์กันอย่างน้อย 2 หัวข้อขึ้นไป</p> <p style="text-align: center;">โจทย์ปัญหาทั่วไปกับ โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร</p> <p>ทศนิยมระคน</p> <p style="text-align: center;">การบวกจำนวนนับกับการบวกทศนิยม</p> <p style="text-align: center;">การคูณจำนวนนับกับการคูณทศนิยม</p>	

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>หลักการ โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน ใช้หลักการเดียวกับโจทย์ปัญหาทั่วไป ได้แก่ การทำความเข้าใจโจทย์ การวางแผนดำเนินการ ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบคำตอบ หลังจากนั้นก็ใช้หลักการเดียวกันกับการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ</p> <p style="text-align: center;">สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “น้ำเชื่อม”</p> <p>- จากสถานการณ์ปัญหานี้ ปัญหา คือ พ่อค้าซื้อน้ำตาลกิโลกรัม 1 กิโลกรัม เพื่อให้ได้กำไรประมาณ 1,200 บาท เพราะต้องการกำไรประมาณ 1,200 บาท</p> <p>- จากสถานการณ์ปัญหานี้ เงื่อนไขของปัญหา คือ พ่อค้าจะซื้อน้ำตาลทราย 2 ชนิด ลงทุนไม่เกิน 100 บาท และได้กำไรประมาณ 1,200 บาท</p> <p>- จากสถานการณ์ปัญหานี้ จะแสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาได้ดังนี้ เช่น</p> <p>โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง เช่น น้ำตาลทรายแดงมีผลราคา กิโลกรัมละ 25.50 บาท เมื่อทำเป็นน้ำเชื่อมแล้วจะได้กำไร 300 บาท</p> <p>แนวคิด (จะแก้โจทย์ข้อนี้อย่างไร) เช่น</p> <p>- ตีความจากเงื่อนไขของปัญหา</p> <p>แต่ละครั้งจะซื้อน้ำตาลทราย 2 ชนิด ชนิดละ 2 กิโลกรัม ลงทุนไม่เกิน 100 บาท และได้กำไรประมาณ 1,200 บาท หมายความว่า ใน 1 ครั้ง จะซื้อ</p>	

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบปกติ</p>
<p>น้ำตาลทรายมิตรผลแดง น้ำตาลทรายวังขนายแดง และน้ำตาลทรายขาวลินได้ เพียง 2 ชนิดเท่านั้น และใช้เงินซื้อทั้งสองชนิดรวมกันได้ไม่เกิน 100 บาท และ ให้ได้กำไรประมาณ 1,200 บาท</p> <p style="padding-left: 40px;">ได้กำไรประมาณ 1,200 บาท หมายความว่า จะต้องได้กำไรเท่ากับ 1,200 บาท หรือมากกว่า 1,200 บาท และน้อยกว่า 1,200 บาท ได้เพียงเล็กน้อย (ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มหน่วย / ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ / ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มร้อย)</p> <p style="padding-left: 40px;">ลงทุนไม่เกิน 100 บาท หมายความว่า จะต้องลงทุนเท่ากับ 100 บาท หรือน้อยกว่า 100 บาท ได้เพียงเล็กน้อย (ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มหน่วย / ค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ)</p> <p style="padding-left: 40px;">- แสดงแนวคิดโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์</p> <p style="padding-left: 80px;">คู่มือที่ 1 ซื้อน้ำตาลทรายมิตรผลแดง 2 กก. ราคา 51 บาท และ น้ำตาลทรายวังขนายแดง 2 กก. ราคา 52.50 บาท ทุน 103.50 บาท</p> <p style="padding-left: 80px;">คู่มือที่ 2 ซื้อน้ำตาลทรายมิตรผลแดง 2 กก. ราคา 51 บาท และ น้ำตาลทรายลินขาว 2 กก. ราคา 46.50 บาท ทุน 97.50 บาท</p> <p style="padding-left: 80px;">คู่มือที่ 3 ซื้อน้ำตาลทรายวังขนายแดง 2 กก. ราคา 52.50 และ น้ำตาลทรายลินขาว 2 กก. ราคา 46.50 บาท ทุน 99 บาท</p>	

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)				กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบปกติ		
จะเลือกซื้อน้ำตาลทรายได้ 2 คู่ คือ คู่ที่ 2 และ 3						
ชนิดน้ำตาลทราย	จำนวน	ราคาที่ซื้อ	กำไร	จำนวน	ราคาที่ซื้อ	กำไร
มิตรผลแดง	1 กก.	25.50 บาท	300	2 กก.	51	600
วังขนายแดง	1 กก.	26.25 บาท	300	2 กก.	52.50	600
สินขาว	1 กก.	23.25 บาท	300	2 กก.	46.50	600
<p>- เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ คู่ที่ 2 $(2 \times 25.50) + (2 \times 23.25) = \square$</p> <p>แสดงวิธีการแก้โจทย์ข้อนี้</p> <p>พ่อค้าเลือกซื้อน้ำตาลทรายคู่ที่ 2 ซื้อน้ำตาลทรายมิตรผลแดงและน้ำตาลทรายสินขาว ชนิดละ 2 กิโลกรัม กำไร 1,200 บาท ทุน 97.50 บาท</p> <p>วิธีทำ พ่อค้าซื้อน้ำตาลทรายมิตรผลแดงราคา กิโลกรัมละ 25.50 บาท</p> <p>ซื้อมา 2 กิโลกรัม</p> <p>ซื้อน้ำตาลทรายมิตรผลแดงเป็นเงิน $2 \times 25.50 = 51$ บาท</p> <p>พ่อค้าซื้อน้ำตาลทรายสินขาว ราคา กิโลกรัมละ 23.25 บาท</p> <p>ซื้อมา 2 กิโลกรัม</p> <p>ซื้อน้ำตาลทรายสินขาว เป็นเงิน $2 \times 23.25 = 46.50$ บาท</p>						

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>ดังนั้นพ่อค้าลงทุนซื้อน้ำตาลทรายทั้งหมด $51 + 46.50 = 97.50$ บาท</p> <p><u>ตอบ</u> พ่อค้าต้องลงทุนซื้อน้ำตาลทรายคู่ที่ 2 ทั้งหมด ๙๗.๕๐ บาท</p> <p>ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>ความสมเหตุสมผล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จากคำตอบที่ได้พ่อค้าลงทุนซื้อน้ำตาลทรายทั้งหมด 2 ชนิด ราคา 97.50 บาท 2. คิดย้อนกลับ 97.50 บาท มาจากการนำราคาน้ำตาลทราย สีขาว 46.50 บาท บวกกับราคาน้ำตาลทรายมิตรผลแดง 51 บาท 3. ราคาน้ำตาลสีขาว 2 กิโลกรัม ราคา 46.50 บาท ถ้า 1 กิโลกรัม ราคา 23.25 บาท 4. ราคาน้ำตาลทรายมิตรผลแดง 2 กิโลกรัม 51 บาท ถ้า 1 กิโลกรัม ราคา 25.50 บาท <p>ตรวจสอบคำตอบ</p> $97.50 - 46.50 = 51$ $46.50 \div 2 = 23.25$ $51 \div 2 = 25.50$ <p>ดังนั้น 97.50 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง</p>	

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>ข้อความรู้หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่สัมพันธ์กันอย่างน้อย 2 หัวข้อขึ้นไป เช่น</p> <p style="padding-left: 40px;">โจทย์ปัญหาทั่วไป กับ โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยมระคน</p> <p style="padding-left: 40px;">การบวกจำนวนนับ กับ การบวกทศนิยม</p> <p style="padding-left: 40px;">การคูณจำนวนนับ กับ การคูณทศนิยม</p> <p>หลักการ โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน ใช้หลักการเดียวกับโจทย์ปัญหาทั่วไป ได้แก่ การทำความเข้าใจโจทย์ การวางแผนดำเนินการ ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบคำตอบ หลังจากนั้นก็ใช้หลักการเดียวกันกับการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ</p> <p>2. สุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหตามกรอบในใบกิจกรรมที่ 1 กับกลุ่มใหญ่เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย รับฟังและสะท้อนความคิดในประเด็นต่าง ๆ มีการโต้แย้งเพื่อแสดงเหตุผลต่อกันตามพื้นฐานที่แตกต่างกัน ทำความเข้าใจ ร่วมกันตรวจสอบความรู้เพื่อสรุปแนวทางการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน และเลือกมาเป็นมติกกลุ่ม ซึ่งอาจจะมีหลายแนวทาง (ครูคอยกำกับ ชี้แนะ และอำนวยความสะดวก รวบรวมประเด็นต่าง ๆ และสรุปแนวทางการแก้ปัญหาร่วมกับนักเรียน)</p>	

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการสอนตามรูปแบบ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม กิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>ขั้นที่ 4 นำไปประยุกต์</p> <p>1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาไปใช้ด้วยใบกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ที่ 3 “วันเฉลิม 5 ธันวาคม” ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ฝึกความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้และการนำไปใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา และการอธิบายเพื่อสร้างชิ้นงานในห้องเรียนตามกรอบ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประเด็นปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด - เงื่อนไขของปัญหาคืออะไร - จะแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาได้อย่างไร - ระบุปัญหาย่อยที่ต้องศึกษาเพิ่มและแหล่งข้อมูลที่ต้องไปศึกษา <p>(ครูคอยอำนวยความสะดวก ตรวจสอบให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ หากกลุ่มใดไม่เข้าใจครูจะใช้คำถามนำตามประเด็นคำตอบในกรอบที่ศึกษา)</p> <p>2. ครูกำกับให้นักเรียนแต่ละคน ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยการให้สถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึงหรือแตกต่างเพื่อสร้างชิ้นงานด้วยใบงานที่ 1 “สถานการณ์ปัญหาที่ 4 “หน้าฝน มาแล้ว” และใบงานที่ 2 สถานการณ์ปัญหาที่ 5 “ชื่อปากกา”</p>	

7. สื่อการเรียนรู้

- 7.1 ใบความรู้ที่ครูสร้างขึ้น เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน
- 7.3 หนังสือ/เอกสารประกอบการสอน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยม
ระคน
- 7.4 ห้องคอมพิวเตอร์ /Internet
- 7.5 ใบกิจกรรมที่ 1 – 2
- 7.6 ใบงานที่ 1 – 2
- 7.7 กระดาษบรูฟ / ปากกาเคมี

8. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจงานจากใบกิจกรรม ใบงานเรื่อง โจทย์ปัญหาการ บวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน	- ใบกิจกรรม ใบงาน - เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัด ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ด้านความ สามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยง
ด้านกระบวนการ	- ตรวจงานจากใบกิจกรรม ใบงานเรื่อง โจทย์ปัญหาการ บวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน - บันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน - สังเกตพฤติกรรมทาง การเรียนของผู้เรียน	- ใบกิจกรรม ใบงาน - แบบสังเกตพฤติกรรมทางการ เรียนรู้ของผู้เรียน - บันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน - เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัด ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ด้านความ สามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์
ด้านคุณลักษณะ	- สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมจาก สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตคุณลักษณะของ ผู้เรียน - เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกต คุณลักษณะของผู้เรียน

9. บันทึกหลังสอน

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ
วันที่ เดือน พ.ศ.

แบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียน

ชื่อ เลขที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/.....

1. ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 การระบุประเด็นปัญหา เพราะเหตุใด (การทำความเข้าใจโจทย์)

.....

- ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

- การระบุเงื่อนไขของปัญหาและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา (ระบุสิ่งที่โจทย์

กำหนดมาให้ได้)

.....

1.2 การวางแผนการแก้ปัญหา

.....

1.3 การดำเนินการตามแผน

.....

1.4 การตรวจสอบคำตอบ

ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาและระบุคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน

.....

2. ด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารระหว่างเรียนกับเพื่อนในการหาคำตอบของปัญหา

.....

การสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับครูในการหาคำตอบของปัญหา

.....

3. ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.1 ข้อสังเกตจากการพูดคุย ปรัชญาหรือของผู้เรียนด้วยกันเกี่ยวกับการใช้หัวข้อความรู้ หรือกระบวนการ และหลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่สัมพันธ์กันเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

.....

3.2 ข้อสังเกตจากการสนทนาของครูกับผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้หัวข้อความรู้ หรือกระบวนการ และหลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่สัมพันธ์กันเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

.....

บันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

ชื่อเลขที่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/.....

1. ในการเรียนเรื่องนี้ นักเรียนสามารถบอกได้ใหม่ว่าปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด เงื่อนไขของปัญหาคืออะไร โจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

.....
.....

2. ในการเรียนเรื่องนี้ นักเรียนต้องระลึกถึงความรู้เดิมที่มีเรื่องใดบ้างที่นำมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....
.....

3. ในการเรียนเรื่องนี้ นักเรียนต้องไปศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมเรื่องใดบ้าง นำเสนอและอธิบายในกลุ่มอย่างไร

.....
.....

4. นักเรียนคิดว่า จะสามารถนำความรู้ ที่ได้จากการเรียนรู้ครั้งนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรได้บ้าง

.....
.....

5. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาอีกข้อหนึ่งในลักษณะเดียวกับโจทย์ปัญหาที่เรียนมา ที่ใช้กระบวนการคิดเหมือนกัน พร้อมระบุหัวข้อความรู้ หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และหลักการทางคณิตศาสตร์

.....
.....
.....

6. นักเรียนมีปัญหาอะไรบ้างในการเรียนเรื่องนี้ และมีข้อเสนอแนะอย่างไร

.....
.....

แบบสังเกตคุณลักษณะของผู้เรียน

ชื่อ เลขที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/.....

รายการคุณลักษณะของผู้เรียน	ระดับคุณภาพ				ผลการประเมิน	
	3	2	1	0	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. มีระเบียบวินัย						
2. มุ่งมั่นในการทำงาน						
3. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน						
4. การทำงานกลุ่ม						
5. ความมั่นใจในตนเอง						

เกณฑ์การประเมิน

ผ่าน หมายถึง ได้ระดับคุณภาพ 2 และ 3

ไม่ผ่าน หมายถึง ได้ระดับคุณภาพ 0 และ 1

สรุปผล การตัดสินให้ผ่านต้องได้ 2 และ 3 ทุกตัวชี้วัด

ผ่าน ไม่ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตคุณลักษณะของผู้เรียน

1. มีระเบียบวินัย

3	2	1	0
ทำงานเสร็จทันเวลา ทุกครั้ง เข้าร่วม กิจกรรมทุกครั้ง มา เรียนตามเวลาทุกครั้ง	ทำงานเสร็จทันเวลา ทุกครั้ง เข้าร่วม กิจกรรมอย่าง สม่ำเสมอ หรือมาเรียน ตามเวลาอย่าง สม่ำเสมอ	ทำงานเสร็จทันเวลา บางครั้ง หรือเข้าร่วม กิจกรรมบางครั้ง หรือ มาเรียนตามเวลา บางครั้ง	ไม่ทำงาน หรือไม่เข้า ร่วมกิจกรรม

2. มุ่งมั่นในการทำงาน

3	2	1	0
ตั้งใจและรับผิดชอบ มี ความพยายามและ อุดทน ในการ ปฏิบัติงานให้สำเร็จ ทุกครั้ง	ตั้งใจและรับผิดชอบ อย่างสม่ำเสมอ หรือมี ความพยายามและ อุดทนในการ ปฏิบัติงาน สม่ำเสมอ	ตั้งใจและรับผิดชอบ บางครั้ง หรือมีความ พยายามและอดทน ใน การปฏิบัติงานให้สำ เสร็จ บางครั้ง	ไม่ตั้งใจและไม่ รับผิดชอบ หรือไม่มี ความพยายามและไม่ อุดทน

3. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน

3	2	1	0
กระตือรือร้นในการ แสวงหาความรู้ บันทึกร ความรู้ วิเคราะห์และ สรุปลองค์ความรู้ ทุก ครั้ง	กระตือรือร้นในการ แสวงหาความรู้ อย่าง สม่ำเสมอ หรือบันทึก ความรู้ วิเคราะห์และ สรุปลองค์ความรู้ อย่าง สม่ำเสมอ	กระตือรือร้นในการ แสวงหาความรู้ บางครั้ง หรือบันทึก ความรู้ วิเคราะห์และ สรุปลองค์ความรู้ บางครั้ง	ไม่กระตือรือร้นในการ แสวงหาความรู้ หรือ ไม่บันทึกความรู้ วิเคราะห์และสรุปลองค์ ความรู้

4. การทำงานกลุ่ม

3	2	1	0
แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือเพื่อน ทำงาน ตามหน้าที่ ทุกครั้ง	แลกเปลี่ยนเรียนรู้ อย่าง สม่ำเสมอ หรือ ช่วยเหลือเพื่อนอย่าง สม่ำเสมอ หรือทำงาน ตามหน้าที่ อย่าง สม่ำเสมอ	แลกเปลี่ยนเรียนรู้ บางครั้ง หรือ ช่วยเหลือเพื่อน บางครั้ง หรือทำงาน ตามหน้าที่ บางครั้ง	ไม่กล้าแลกเปลี่ยน เรียนรู้ หรือไม่ ช่วยเหลือเพื่อน หรือไม่ทำงานตาม หน้าที่

5. ความมั่นใจในตนเอง

3	2	1	0
กล้าแสดง ความ คิดเห็น แสดงภาวะ ผู้นำผู้ตามที่ดี ทุกครั้ง	กล้าแสดงความคิดเห็น อย่างสม่ำเสมอ หรือ แสดงภาวะผู้นำผู้ตามที่ดี อย่างสม่ำเสมอ	กล้าแสดงความคิดเห็น บางครั้ง หรือแสดง ภาวะผู้นำผู้ตามที่ดี บางครั้ง	ไม่กล้าแสดง ความ คิดเห็น หรือไม่แสดง ภาวะผู้นำผู้ตามที่ดี

ใบกิจกรรมที่ 1

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “ข้าวหน้าเปิด”

ในซอยจรัลพัชรินทร์มีร้านข้าวหน้าเปิดที่อร่อยถูกใจลูกค้า ชื่อร้านแม่อุไรทุกเที่ยงวันจะมีลูกค้ามานั่งรับประทานข้าวกันอย่างมีความสุข โดยแต่ละวันแม่อุไรก็จะลงทุนซื้อเปิด 2 เบอร์จึงจะได้กำไร โดยใช้เงินลงทุนไม่เกิน 800 บาท ต่อวัน และได้กำไรประมาณ 1,000 บาท ต่อวัน ราคาเปิดในตลาดเป็นดังนี้

เปิดเบอร์เล็กราคาตัวละ 150.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็นข้าวหน้าเปิดแล้วจะได้กำไรตัวละ 200 บาท

เปิดเบอร์กลางราคาตัวละ 185.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็นข้าวหน้าเปิดแล้วจะได้กำไรตัวละ 250 บาท

เปิดเบอร์ใหญ่ราคาตัวละ 230.50 บาท เมื่อนำไปทำเป็นข้าวหน้าเปิดแล้วจะได้กำไรตัวละ 300 บาท



จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวอยากทราบว่ามี

1. ประเด็นปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด

(แม่อุไรจะซื้อเปิดคู่ใดบ้างเพื่อให้ได้กำไรแต่ละวัน วันละประมาณ 1,000 บาท เพราะเขาต้องการกำไรวันละประมาณ 1,000 บาท)

2. เงื่อนไขของปัญหาคืออะไร

(แต่ละวันซื้อเปิด 2 เบอร์ ลงทุนไม่เกิน 800 บาท กำไรวันละประมาณ 1,000 บาท)

3. นักเรียนจะแสดงวิธีหาคำตอบได้อย่างไร

(คู่ที่ 1 ซื้อเบอร์ 1 จำนวน 2 ตัว และเบอร์ 3 จำนวน 2 ตัว เท่ากับ 1,000 บาททุน 761 บาท)

(คู่ที่ 2 ซื้อเบอร์ 1 จำนวน 1 ตัว และเบอร์ 2 จำนวน 3 ตัว เท่ากับ 950 บาท ทุน 707 บาท)

(คู่ที่ 3 ซื้อเบอร์ 2 จำนวน 3 ตัว และเบอร์ 3 จำนวน 1 ตัว เท่ากับ 1,050 บาท ทุน 787 บาท)

เปิดเบอร์	ราคา	กำไร	จำนวนตัว	ราคาซื้อ	กำไรที่ได้
1	150.50	200	2 ตัว	301	600
2	185.50	250	3 ตัว	556.50	750
3	230.50	300	2 ตัว	461	600

ใบกิจกรรมที่ 1

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “น้ำเชื่อม”

ในตอนเย็นก่อนเลิกเรียน จะมีพ่อค้าแม่ค้าเข้ามาขายอาหารในบริเวณ โรงเรียนวัดนครนาราม มีทั้งลูกชิ้นทอด ผลไม้พริกเกลือ ขนมโตเกียว และน้ำแข็งไส โดยเฉพาะน้ำแข็งไสนั้น พ่อค้าต้องต้มน้ำเชื่อมเก็บไว้ ในแต่ละครั้งก็จะซื้อน้ำตาลทรายชนิดละ 2 กิโลกรัม ผสมกันสองชนิดเท่านั้น โดยลงทุนไม่เกิน 100 บาท และได้กำไรประมาณ 1,250 บาท ราคาน้ำตาลทรายในตลาดเป็นดังนี้

น้ำตาลทรายขาวกิโลกรัมละ 25.50 บาท เมื่อนำน้ำเชื่อมแล้วจะได้กำไร 300 บาท

น้ำตาลทรายแดงกิโลกรัมละ 26.25 บาท เมื่อนำน้ำเชื่อมแล้วจะได้กำไร 300 บาท

น้ำตาลปีบกิโลกรัมละ 23.25 บาท เมื่อนำน้ำเชื่อมแล้วจะได้กำไร 300 บาท

จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวอยากทราบว่า

1. ประเด็นปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด
2. เงื่อนไขของปัญหาคืออะไร
3. นักเรียนจะแสดงวิธีหาคำตอบได้อย่างไร



ใบความรู้ที่ 7

โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน

➤ การบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน

ตัวอย่างที่ 1 $(4.75 + 1.13) \times 2.2 = \square$

วิธีทำ $(4.75 + 1.13) \times 2.2 = 5.88 \times 2.2$
 $= 12.936$

ตอบ ๑๒.๙๓๖

12.936 เป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล
 เพราะ $4.75 + 1.13$ มีค่าประมาณ
 $5 + 1 = 6$ และ 2.2 มีค่าประมาณ 2
 ดังนั้น $(4.75 + 1.13) \times 2.2$
 มีค่าประมาณ $6 \times 2 = 12$

ตัวอย่างที่ 2 $(1.2 + 1.05) \times 1.25 = \square$

วิธีทำ $(1.2 + 1.05) \times 1.25 = 2.25 \times 1.25$
 $= 1.8$

ตอบ ๑.๘

1.8 เป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล
 เพราะ $1.2 + 1.05$ มีค่าประมาณ
 2 และ 1.25 มีค่าประมาณ 1
 ดังนั้น $(1.2 + 1.05) \times 1.25$
 มีค่าประมาณ $2 \div 1 = 2$

ตัวอย่างที่ 1 กานดา มีเงิน 20.25 บาท แม่ให้มาอีก 14.75 บาท กานดาจะซื้อสมุดราคาเล่มละ 6.25 บาท ได้มากที่สุดกี่เล่ม

ประโยคสัญลักษณ์ $(20.25 + 14.75) \div 6.25 = \square$

วิธีทำ	กานดา มีเงิน	20.25	บาท
	แม่ให้มาอีก	14.75	บาท
	กานดา มีเงินทั้งหมด	$20.25 + 14.75 =$	35.00 บาท

โจทย์ถามว่า จะซื้อสมุดได้ที่
 เล่มต้องตอบเป็นจำนวนนับ



กานดาจะซื้อสมูทราคาเล่มละ 6.25 บาท
จะซื้อสมูทได้ $35 \div 6.25 = 5.60$ เล่ม

ตอบ กานดาจะซื้อสมูทได้มากที่สุด ๕ เล่ม

กานดาจะเหลือเงินกี่บาท
มีเงินทั้งหมด 35 บาท
ซื้อสมูท $5 \times 6.25 = 31.25$ บาท
เหลือเงิน $35.00 - 31.25 = 3.75$ บาท



ตัวอย่างที่ 2 ปวีณามีที่ดินสำหรับปลูกผักขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 12.50 เมตร ถ้าปวีณาต้องการแบ่งที่ดินเป็นแปลง แปลงละ 2.5 ตารางเมตร จะแบ่งได้กี่แปลง

ประโยคสัญลักษณ์ $(10 \times 12.50) \div 2.5 = \square$

วิธีทำ

ปวีณามีที่ดินขนาดกว้าง	10 เมตร
ยาว	12.50 เมตร
ปวีณามีที่ดิน $10 \times 12.50 =$	125 ตารางเมตร
ปวีณาต้องการแบ่งที่ดินเป็นแปลง แปลงละ	2.5 ตารางเมตร
จะแบ่งได้ $125 \div 2.5 =$	50 แปลง

ตอบ จะแบ่งได้ ๕๐ แปลง

โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน ใช้หลักการเดียวกับโจทย์ปัญหาทั่วไป ได้แก่ การทำความเข้าใจโจทย์ การวางแผนดำเนินการ ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบคำตอบ หลังจากนั้นก็ใช้หลักการเดียวกันกับการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ

ใบงานที่ 2

สถานการณ์ปัญหาที่ 5 “ซื้อปากกา”

อารยาเป็นเด็กที่ตั้งใจเรียนหนังสือ เธอจึงจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องเขียนแบบเรียนเตรียมพร้อมไว้เสมอ ไม่ให้ขาด โดยเฉพาะปากกาจะจัดเตรียมสำรองไว้เพื่อเพื่อน ๆ ด้วย เนื่องจากราคาไม่แพง ซึ่งปกติจะซื้อปากกาครั้งละ 2 ด้าม ในวงเงินไม่เกิน 16 บาท โดยราคาขายแต่ละยี่ห้อเป็นดังนี้

ปากกา ตรา Pilot	ราคาโหลละ 90 บาท
ปากกา ตรา Horse	ราคาโหลละ 87 บาท
ปากกา ตรา Fizz	ราคาโหลละ 105 บาท

จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวอยากทราบว่

1. ประเด็นปัญหาคืออะไร เพราะเหตุใด
2. เสนอใจของปัญหาคืออะไร
3. นักเรียนจะแสดงวิธีหาคำตอบได้อย่างไร



2. ให้นักเรียนสร้างโจทย์อีกข้อหนึ่ง ในลักษณะเดียวกับ โจทย์ปัญหาการลบทศนิยม หรือ
แตกต่างที่เป็นเน้นกระบวนการคิดเดียวกัน

สถานการณ์ปัญหา “.....”

.....

.....

.....

รูปภาพประกอบ

1. จงกำหนดประเด็นปัญหาหลัก

.....

2. จงบอกว่าใช้หัวข้อความรู้ หรือกระบวนการ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างในการ
แก้ปัญหานี้

.....

.....

ภาคผนวก ฅ
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน						
การ Try Out ครั้งที่ 1 (24 คน)				การ Try Out ครั้งที่ 2 (27 คน)		
ความสามารถด้านการแก้ปัญหา (3 ข้อ)				(2 ข้อ)		
ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก		ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.46	0.55		1	0.50	0.57
2	0.46	0.52		2	0.59	0.69
3*	0.43	0.52				
ความสามารถในการสื่อสาร (5 ข้อ)				(3 ข้อ)		
ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก		ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.42	0.72		1	0.32	0.21
2*	0.31	0.38				
3*	0.33	0.67				
4	0.50	0.75		2	0.51	0.51
5	0.35	0.71		3	0.44	0.54
ความสามารถด้านการเชื่อมโยง (5 ข้อ)				(3 ข้อ)		
ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก		ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	0.40	0.67				
2*	0.52	0.70				
3	0.48	0.71		1	0.63	0.54
4	0.46	0.75		2	0.36	0.57
5	0.42	0.75		3	0.48	0.57
แบบทดสอบหลังเรียน						
การ Try Out ครั้งที่ 1 (40 คน)				การ Try Out ครั้งที่ 2 (43 คน)		
ความสามารถด้านการแก้ปัญหา (3 ข้อ)				(2 ข้อ)		
ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก		ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	0.28	0.31				
2	0.51	0.55		1	0.47	0.33
3	0.43	0.46		2	0.37	0.65
ความสามารถในการสื่อสาร (5 ข้อ)				(3 ข้อ)		
ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก		ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	0.35	0.50				
2	0.39	0.53		1	0.39	0.42
3*	0.40	0.43				
4	0.36	0.52		2	0.44	0.39
5	0.36	0.58		3	0.37	0.51
ความสามารถด้านการเชื่อมโยง (5 ข้อ)				(3 ข้อ)		
ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก		ข้อที่	ค่าความง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	0.43	0.35				
2*	0.39	0.42				
3	0.55	0.42		1	0.45	0.35
4	0.48	0.55		2	0.45	0.61
5	0.45	0.42		3	0.41	0.59
*ข้อที่คัดออก (พิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกก่อนแล้วคู่ความง่าย)						

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ข้าพเจ้า นางสาวสุภาภรณ์ ใจสุข เกิดเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2505 ที่อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิชาเอก สุขศึกษา ปีการศึกษา 2528 จบการศึกษาระดับปริญญาโท จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาประถมศึกษา ปีการศึกษา 2538 ประสบการณ์ทำงาน เริ่มรับราชการครั้งแรกที่โรงเรียนบ้านระเริง อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2532 ปัจจุบัน กำลังศึกษาต่อระดับปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และดำรงตำแหน่งศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2