



การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตค้น และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา



โดย
นายปพนวัฒน์ ลักสภิญโญโชค

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทัศนคติ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL TO ENHANCE CONCEPTS
AND MATHEMATICAL PROCESSES FOR ELEMENTARY STUDENTS**



**By
Mr. Paphonwat Laphatpinyochok**

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Doctor of Philosophy Program in Curriculum and Instruction

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2015

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมีโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ ประถมศึกษา ” เสนอโดย นายปพนวัฒน์ ลภัสภิญโญโชค เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาปรัชญาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ชารัทสนวงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์
2. รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่
3. อาจารย์ ดร.ชัชวี เกาว์ชาติ

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.อุบลวรรณ ส่งเสริม)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.โชติมา หนูพริก)

...../...../.....

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ชัชวี เกาว์ชาติ)

...../...../.....

55253905: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอน / มโนทัศน์ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ปพนวัจจน์ ลภัสภิญโญโชค: การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา, อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.มาเรียม นิลพันธุ์, รศ.ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ และ อ.ดร.ชัชวาล์ เถาว์ชาติ, 385 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน 3) เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านหนองยาว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุพรรณบุรีเขต 3 จำนวน 25 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการขยายผลการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านหนองยาว จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนการสอนแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ สถิติที่แบบไม่อิสระและการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่า

1. รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีชื่อว่า “5P Model” มีองค์ประกอบคือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน การประเมินผลและปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนเตรียมความพร้อม (Preparing : P) 2) ขั้นมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) 3) ขั้นทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P) 4) ขั้นนำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) และ 5) ขั้นฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P) โดยที่รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.03/ 81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 / 80 ที่กำหนดไว้

2. หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม และนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมากกว่านักเรียนและครูได้แสดงบทบาทของตนเองตามความต้องการของนักเรียน มีการฝึกปฏิบัติการด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. ผลการขยายผล พบว่า หลังการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. 2. 3.

55253905: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION

KEY WORDS: INSTRUCTIONAL MODEL / CONCEPT / MATHEMATICAL PROCESSES

PAPHONWAT LAPHATPINYOCHOK : DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL TO ENHANCE CONCEPTS AND MATHEMATICAL PROCESSES FOR ELEMENTARY STUDENTS. THESIS ADVISORS: ASST. PROF. MAREAM NILLAPUN, Ed.D., ASSOC. PROF. WICHAI WONGYAI, Ed.D., AND CHACH THAOCHALEE, Ed.D. 385 pp.

The purposes of this research were: 1) to develop and to determine the efficiency of The Instructional Model to Enhance Concepts and Mathematical Processes for Elementary Students, 2) to evaluate the effectiveness of the Model, and 3) to disseminate the Model in mathematics classes in elementary schools. The samples used in this research were the 25 fifth-grade students who were studying in the second semester of Academic Year 2015 at Ban Nong Yao School, under the jurisdiction of Suphan Buri Primary Education Service Area 3. The samples used to disseminate were the 26 sixth-grade students studying in the second semester of Academic Year 2015 at Ban Nong Yao School. The research instruments consisted of the Instructional Model which was developed by the researcher, lesson plans, tests on concepts and mathematical processes, and a questionnaire on students' opinions towards the Instructional Model. Data were analyzed by using mean, standard deviation, percentage, dependent t-test statistics, and a content analysis.

The research results found that:

1. The Instructional Model to Enhance Concepts and Mathematical Processes called "5P Model" was consisted of five elements: principle, objective, learning process, evaluation, and learning factors. The learning process has five stages: Preparing, Participating, Processing, Presenting, and Practicing. The efficiency of the Model was 83.03 / 81.33 which was higher than required 80/80.

2. After learning the students demonstrated higher scores in the concepts and mathematical processes comparing to the scores obtained before learning. The difference was significant at .05 level. The students could develop their concepts and mathematical processes after receiving the treatment which increased from the low level to the excellent level. In addition, students agreed at a high level that students and teachers could play their roles in learning, they could practice what they learned in concepts and processes which affected their knowledge of the concepts and mathematical processes.

3. The researcher disseminated the implementation of the Model in other mathematics class. The results of the dissemination indicated that the students had scores on the concepts and mathematical processes higher than before learning. The difference of scores between after and before learning was significant at .05 level. After receiving instruction, the students could develop their ability to attain the concepts and mathematical processes which increased from the low level to the excellent level.

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Student's signature

Academic Year 2015

Thesis Advisors' signature 1. 2. 3.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา” สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ และ อาจารย์ ดร.ชัชวาล์ เถาว์ชาติ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อุบลวรรณ ส่งเสริม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.โชติมา หนูพริก ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และตรวจสอบ ข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูงไว้ในโอกาสนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมูลนิธิ บุษยเกตุ ที่ได้มอบทุนสนับสนุนสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์(พิเศษ) ดร.กาญจนา คุณารักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญนิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรณีย์พล วิวรรณมงคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน อาจารย์ ดร.จิระ ดีช่วย อาจารย์ ดร.มนต์ชัย พงศกรณฤ วงษ์ อาจารย์ ดร.กฤษณะ โสขุมมา อาจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม อาจารย์ ดร.ถาวรธรรม สกฤตกรณาอารีย์ และอาจารย์มานัส ทิพย์สัมฤทธิ์กุล ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยให้มีความครอบคลุมและมีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูและนักเรียน โรงเรียนบ้านหนองยาวและโรงเรียนนิคมสร้างตนเองกระเสียว 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรีเขต 3 ที่ให้กำลังใจ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณคณะครูผู้สอนคณิตศาสตร์และนักเรียนของ โรงเรียนภายในสหวิทยาเขต เขื่อนกระเสียว ที่ให้ความร่วมมือและให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่านและคณาจารย์ในสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ตลอดจนเพื่อนๆร่วมหลักสูตรปริญญาคุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน รุ่นที่ 6 รวมทั้งรุ่นพี่และรุ่นน้อง ที่เกื้อกูลและให้กำลังใจที่ดีเสมอมา

กราบขอบพระคุณบิดามารดา คุณพ่อเฉลิม คุณแม่สาตี อินสุวรรณและสมาชิกครอบครัวอินสุวรรณทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนให้เกิดพลังกาย พลังใจและพลังสติปัญญาที่ดีเสมอมา คุณค่าทั้งมวลของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ญาติมิตรทุกท่านทั้งผู้ที่ย่านามและผู้ที่มีได้เอ่ยนามที่ให้โอกาสผู้วิจัยประสบความสำเร็จ

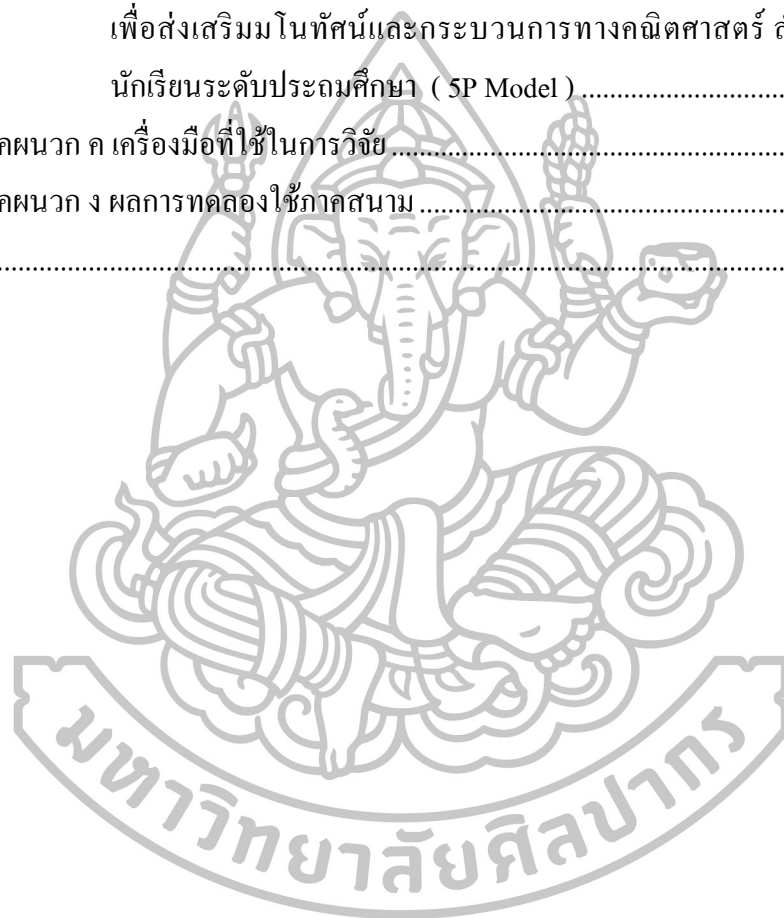
สารบัญ

		หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
	กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
	สารบัญตาราง.....	ฎ
	สารบัญแผนภาพ.....	ฏ
	สารบัญภาพ.....	ณ
	บทที่	
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
	คำถามในการวิจัย.....	14
	วัตถุประสงค์การวิจัย.....	14
	สมมติฐานการวิจัย.....	15
	ขอบเขตของการวิจัย.....	15
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	16
	ความสำคัญของการวิจัย.....	20
2	วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	21
	แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน.....	21
	ความหมายของการออกแบบระบบการเรียนการสอน.....	21
	แบบจำลองการออกแบบระบบการเรียนการสอน.....	22
	ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน.....	25
	องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน.....	25
	ขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน.....	25
	แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้.....	27
	ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism).....	28
	ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning).....	32
	แนวคิดและหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน.....	39
	ตระกูลของรูปแบบการเรียนการสอน.....	40

บทที่	หน้า
รูปแบบการเรียนการสอนที่นำมาใช้เป็นพื้นฐานในการทำวิจัย.....	41
แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์	63
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	64
หลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาของประเทศสิงคโปร์ (Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus, 2013)....	65
หลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศแคนาดา.....	70
หลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา	71
องค์ประกอบสำคัญในการจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์	72
ลักษณะของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	74
วิธีการประเมินผลการเรียนรู้.....	76
การวัดและการประเมินผลการคิดขั้นสูง	77
หลักการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์	83
แนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ...	85
ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	85
ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	86
ประเภทของมโนทัศน์.....	87
กระบวนการสร้างมโนทัศน์.....	87
วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์....	88
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6	89
มโนทัศน์สำหรับการวิจัย.....	115
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	116
แนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทาง คณิตศาสตร์	119
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	119
กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	129
กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการ นำเสนอ	134
กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	138

บทที่	หน้า
	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 141
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 143
3	วิธีดำเนินการวิจัย 151
	ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R_1) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล พื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Analysis : A) 153
	ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D_1) เป็นการออกแบบ พัฒนา และ หาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (Design and Development : D and D) 164
	ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R_2) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริม โน้ตสน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ระดับประถมศึกษา (Implementation : I) 186
	ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D_2) ประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน (Evaluation : E) 191
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 195
	ตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของ รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริม โน้ตสน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา 196
	ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อ ส่งเสริม โน้ตสน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ระดับประถมศึกษา 260
	ตอนที่ 3 ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อ ส่งเสริม โน้ตสน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ระดับประถมศึกษา 273
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 284
	สรุปผลการวิจัย 285
	อภิปรายผล 287
	ข้อเสนอแนะ 295
	ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ 295
	ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป 296

	หน้า
รายการอ้างอิง.....	298
ภาคผนวก.....	312
ภาคผนวก ก ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	313
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน ตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model).....	316
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	354
ภาคผนวก ง ผลการทดลองใช้ภาคสนาม.....	382
ประวัติผู้วิจัย.....	385



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	42
2	แสดงแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	45
3	แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	52
4	แนวคิดการวัดและประเมินผล	74
5	เกณฑ์การประเมิน การเขียนตอบและการเขียนรายงานตนเอง	78
6	แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 1 จำนวนและ การดำเนินการ	91
7	แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 2 การวัด และ สารที่ 3 เรขาคณิต	102
8	แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 4 พีชคณิต	112
9	แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 5 การวิเคราะห์ ข้อมูลและความน่าจะเป็น	113
10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชั่วโมง ตัวชี้วัดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ ใช้ในการวิจัย	115
11	ผลการสังเคราะห์หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของ รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา	149
12	ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขประเด็นการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนคณิตศาสตร์	159
13	ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็น	161
14	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลในการการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อ ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ ประถมศึกษา	164
15	ข้อเสนอแนะในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจากการสัมภาษณ์ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)	172
16	ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็น	178
17	ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนหลังจากการทดลอง ภาคสนาม	180

ตารางที่	หน้า
18	ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา หาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา..... 184
19	ขั้นตอนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา..... 190
20	ขั้นตอนการพัฒนาและการประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา..... 194
21	ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนหลังจากการทดลองภาคสนาม 240
22	ผลการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการร่วมปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ..... 245
23	ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบ กับกลุ่มตัวอย่าง..... 257
24	เปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน..... 261
25	พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 262
26	เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 264
27	พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 265
28	ผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 268
29	สรุปผลการประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา..... 272
30	ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผล..... 274
31	พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ 275

ตารางที่		หน้า
32	เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	277
33	พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ	278
34	แสดงผลการหาประสิทธิภาพ (E_1 / E_2)ของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตสน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) โดยการทดลองภาคสนาม (Filed Tryout).....	383



สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	13
2	แสดงระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์ (Tyler, 1949)	22
3	แสดงระบบการเรียนการสอนของเกลเซอร์ (Glaser,1965)	23
4	กรอบแนวคิดของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์	67
5	กรอบการดำเนินการวิจัย	155
6	ร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (Math Model) ก่อนการสัมมนา อิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship).....	167
7	ร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) หลังการสัมมนา อิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship).....	174
8	รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ปรับแก้หลังการทดลอง ภาคสนาม(Field Tryout)	183
9	ผลการสังเคราะห์ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อ ส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	213
10	การสังเคราะห์กรอบทฤษฎีและกรอบแนวคิดการวิจัย (ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญ)	214
11	ผลการพัฒนาหลักการของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์(ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ).....	215
12	ผลการพัฒนาวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์(ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)	216
13	ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)	217
14	ผลการพัฒนาการวัดและประเมินผลของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมโน ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)..	220

แผนภาพที่	หน้า
15	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> ร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ก่อนการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">221</div> </div>
16	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> ผลการปรับปรุงหลักการของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ) </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">223</div> </div>
17	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> ผลการปรับปรุงวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)..... </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">224</div> </div>
18	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> ผลการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)..... </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">230</div> </div>
19	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> ผลการปรับปรุงการวัดและประเมินผลของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโน ทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ).. </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">232</div> </div>
20	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> ร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) หลังการสัมมนาอิง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship)..... </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">234</div> </div>
21	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> ผลการปรับปรุงคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)..... </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">236</div> </div>
22	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> องค์ประกอบของหน่วยการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้..... </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">237</div> </div>
23	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ปรับแก้หลังการทดลองภาคสนาม (Field Tryout)..... </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">243</div> </div>
24	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ฉบับสมบูรณ์..... </div> <div style="width: 15%; text-align: right;">258</div> </div>

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	71
2	แสดงประเภทของการประเมินผลการเรียนรู้.....	75
3	การสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)	171
4	ผู้เข้าร่วมการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship).....	222
5	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนภาคสนาม (Field Tryout)	239
6	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P)	249
7	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการ เรียน:(Participating : P)	250
8	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P)	251
9	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P).....	253
10	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)	253
11	พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	263
12	พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์	268
13	การจัดการเรียนการสอนของนักเรียนกลุ่มขยายผล	275
14	พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผล รูปแบบ	276
15	พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม ขยายผลรูปแบบ	280

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาถือได้ว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญในการกล่อมเกลามนุษย์ในทุกชาติทุกศาสนาให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย สังคมและอารมณ์ และการศึกษาล้วนมีวิวัฒนาการตามยุคตามสมัยเพื่อพัฒนามนุษย์ในยุคต่างๆ ให้มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มคนประเทศนั้นๆ สำหรับปัจจุบันสังคมโลกกำลังก้าวเข้าสู่ ศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในทุกภาคส่วนของสังคม การศึกษาในฐานะเป็นเครื่องมือในการกล่อมเกล่าและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน

คณะกรรมการมานานาชาติ ว่าด้วยการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (1996: 107 - 121) ได้รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เพื่อเสนอต่อยูเนสโก โดยสรุปคือ เนื่องด้วยในศตวรรษที่ 21 จะมีการติดต่อสื่อสาร การสะสมและเผยแพร่ข้อมูลต่างๆอย่างไม่เคยมีมาก่อน ดังนั้นการศึกษาจึงต้องมีการระสำคัญ 2 ประการ คือ การศึกษาต้องถ่ายทอดความรู้ที่เพิ่มขึ้นและวิวัฒนาการตลอดเวลา รวมทั้งปรับวิธีการดำเนินงานให้สอดคล้องกับยุคสมัยแห่งความใฝ่รู้รวมทั้ง การศึกษาจะต้องแสวงหาและกำหนดหลักการต่างๆ คือ ช่วยให้บุคคลไม่ตำลึงข้อมูลที่มืออยู่เป็นจำนวนมากเพื่อพัฒนาปัจเจกชนและชุมชนดังนั้นในการจัดการศึกษา ในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องอาศัยวิธีการเรียนรู้ใน 4 แบบ ที่เรียกว่า สี่เสาหลักทางการศึกษา คือการเรียนรู้ การเรียนเพื่อปฏิบัติได้จริง การเรียนรู้เพื่อที่จะอยู่ร่วมกัน และ การเรียนรู้เพื่อชีวิต

เมื่อก้าวเข้าสู่ ศตวรรษที่ 21 ทักษะที่ทุกคนต้องเรียนรู้ตั้งแต่ระดับอนุบาลไปจนถึงระดับมหาวิทยาลัย และตลอดชีวิต 3 R ได้แก่ การอ่านออก (Reading) การเขียนได้ (Writing) และ คณิตเลขเป็น (Arithmetics) และ 7C ได้แก่ 1) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) 2) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and innovation) 3) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross-cultural understanding) 4) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, teamwork and leadership) 5) ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ (Communications, information and media literacy) 6) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี สารสนเทศและการ

สื่อสาร (Computing and ICT literacy) และ 7) ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career and learning skills)(วิจารณ์ พานิช, 2555: 19, 28 - 54)

คณิตศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นวิชาหนึ่งในวิชาแกนตามกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ให้ความสำคัญของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกลุ่มสาระหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 56 – 57)

แนวคิดการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อ มุ่งให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ มีความมั่นใจในความสามารถของตนเองในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นนักแก้ปัญหา สามารถสื่อสารคณิตศาสตร์ได้และมีความสามารถใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจุดเน้นหนึ่งที่สำคัญคือ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือการพัฒนาประสิทธิภาพในการแก้ปัญหานักเรียนให้ถูกต้อง นอกจากนั้นแล้ว นักการศึกษาคณิตศาสตร์ส่วนมากมีความเชื่อกันว่า เหตุผลเดียวที่เรียนคณิตศาสตร์ก็เพื่อนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาต่างๆ (Houghton Mifflin, 1995) สอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์ (Ministry of Education Singapore, 2013) ประเทศแคนาดา (The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005) และประเทศอเมริกา (NCTM, 2006) ที่กำหนดให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้สอนจำเป็นต้องพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบด้านต่างๆ อันได้แก่การมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน และการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

จากผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับนานาชาติ (PISA, 2012) ซึ่งมีการประเมินเรื่องการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึง สมรรถนะของบุคคลในการที่จะบ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกเพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็ง และเพื่อใช้และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคล ในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความห่วงใยและสร้างสรรค์สังคม โดยมีกรอบการประเมิน

ประกอบด้วยสามหมวดใหญ่ คือ หมวดบริบทซึ่งเป็นการประเมินเกี่ยวกับบริบทส่วนตัว บริบททางสังคม บริบททางอาชีพ และบริบทของคณิตศาสตร์ในวงการวิทยาศาสตร์ หมวดเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ครอบคลุม การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณ ความไม่แน่นอนและข้อมูล และปริภูมิและรูปทรง และหมวดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การคิดเป็นคณิตศาสตร์ การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา และการตีความและแปลความ เพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และดูความสอดคล้องกับปัญหาในบริบท ผลการประเมินคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยใน PISA 2012 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ 427 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ซึ่งหมายความว่านักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ 2 ซึ่งหมายถึงมีความสามารถไม่ถึงระดับพื้นฐานที่ควรต้องมี และชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยยังอยู่ห่างไกลจากเป้าหมายความเข้มแข็งทางการศึกษาและไม่สามารถเตรียมเยาวชนให้มีศักยภาพในการแข่งขันในอนาคต (สสวท, 2557: 185-186) นอกจากนั้นแล้ว จากสรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (สสวท, 2556: 3- 12) ซึ่งเป็นการรายงานผลการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มประเทศสมาชิก ซึ่งมีการประเมินครอบคลุมด้านเนื้อหา เรื่องจำนวน เรขาคณิต และข้อมูล และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผล ผลการประเมินพบว่า โดยภาพรวมความสามารถด้านวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กไทยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 458 ซึ่งหมายถึง เด็กไทยมีความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ในด้านเนื้อหานั้น เรื่องที่มีผลการประเมินต่ำที่สุดคือ เรื่องเรขาคณิต รองลงมาคือเรื่องจำนวนและข้อมูลตามลำดับ ส่วนด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ เรื่องที่มีผลการประเมินต่ำที่สุดคือ เรื่องความรู้ รองลงมาคือ การประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผล นอกจากนั้นแล้ว ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในรอบ 3 ปีที่ผ่านมาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชาติมีแนวโน้มของการพัฒนาที่ต่ำลงและมีคะแนนเฉลี่ยโดยภาพรวมของประเทศไม่ถึงร้อยละ 50 โดยในปีการศึกษา 2554 มีคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ 52.40 ปีการศึกษา 2555 มีคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ 35.77 และในปีการศึกษา 2556 มีคะแนนเฉลี่ยระดับชาติ 41.95 ซึ่งสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ต่ำนั้น มาจากการที่นักเรียนไม่มีความชัดเจนในเรื่องเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และขาดทักษะในการนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นแล้วผลการวิจัยยังพบว่า ครูไทยส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งสูงกว่าสิงคโปร์ แต่ผลการประเมินที่ออกมากลับต่ำกว่าสิงคโปร์ค่อนข้างมากขณะที่ครูไทยมีความมั่นใจในการสอน และความพร้อมในการเตรียมการสอนอยู่ในระดับต่ำ จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ครูยังเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการนำพาให้การจัดเรียนรู้นักเรียนมีประสิทธิภาพ หากครูยัง

ขาดความมั่นใจในการการสอนและมีความพร้อมในการเตรียมการสอนที่ต่ำ ก็ไม่สามารถนำพานักเรียนไปสู่ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ได้

จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ทั้งในระดับนานาชาติ และในระดับชาติ ซึ่งให้เห็นว่าคุณภาพผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีผลการประเมินในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ ซึ่งการที่จะพัฒนาคุณภาพผู้เรียนในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์นั้น สิ่งสำคัญคือการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของประเทศที่มีผลการประเมินกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าประเทศไทยที่กล่าวว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (Houghton Mifflin, 1995; The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005; Ministry of Education Singapore, 2013) และการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้จำเป็นต้องพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยทักษะกระบวนการที่เป็นส่วนช่วยให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จคือ การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 56 – 57; The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005: 2; Ministry of Education Singapore, 2013: 14) และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะทำให้ให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากหากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วย่อมเป็นปัจจัยสนับสนุนให้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ การที่มนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับมโนทัศน์เป็นสำคัญมโนทัศน์เป็นพื้นฐานของทักษะต่อๆไปที่จะเกิดขึ้น จนนำไปสู่ความสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้และมโนทัศน์เป็นเครื่องกรองเพื่อนำไปสู่การแสดงออกของพฤติกรรมมนุษย์ด้านต่างๆ เช่น การคิด การสื่อความหมาย การแก้ปัญหา การตัดสินใจ (Desses, 1958, อ้างถึงใน ชมพูนุช วนสันเทียะ, 2552: 18; Russell, 1965: 69 ; De Cecco, 1968: 397-400 ; Ausubel, 1968 ; Snyder, 1968: 8 ; สันติ อธิพิณลนาวกุล, 2550: 21; ปุณฺยณฺช กุลเพชร, 2552: 15)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงนำไปสู่การวิจัยเพื่อการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอน 2) หลักการ แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และ 3) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอน

การวิจัยและพัฒนาเป็นการวิจัยประเภทหนึ่งที่เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ทางการศึกษา โดยการวิจัยและพัฒนาเป็นกระบวนการของการศึกษาเรียนรู้ที่เป็นระบบ เพื่อแสวงหาคำตอบหรือความรู้ใหม่ หรือนำเอาความรู้เดิมที่มีอยู่พัฒนาไปสู่สิ่งที่มีคุณภาพมากขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบ คิดค้น ประดิษฐ์ สร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือยกระดับคุณภาพของงานหรือคุณภาพชีวิตให้ได้คุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ระยะ ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555: 230 – 254) ระยะที่ 1 การวิจัย (Research: R_1) เป็นระยะของการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพความเป็นจริง ปัญหาที่เกิดขึ้น และ/หรือการประเมินความต้องการจำเป็นของกลุ่มเป้าหมาย โดยผู้ให้ข้อมูล คือกลุ่มเป้าหมายและผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ผลการวิจัยต่างๆ การวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เด่นชัดขึ้นเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหานั้นๆ ระยะที่ 2 การพัฒนา (Develop: D_1) เป็นระยะของการนำผลความรู้ที่ได้จากการวิจัยในระยะที่ 1 มาออกแบบนวัตกรรมหรือวิธีการ พร้อมทั้งส่วนประกอบอื่นๆที่จำเป็นสำหรับนวัตกรรมหรือวิธีการนั้นๆ ที่สามารถตอบสนองหรือแก้ปัญหาในกลุ่มเป้าหมาย พร้อมทั้งพัฒนานวัตกรรมหรือวิธีการนั้นๆ พร้อมทั้งส่วนประกอบอื่นๆให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย ระยะที่ 3 การวิจัย (Research: R_2) เป็นระยะของการนำนวัตกรรมหรือวิธีการไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในลักษณะต่างๆตามแบบการวิจัย(Research Designs)ที่กำหนด ระยะที่ 4 การพัฒนา (Develop : D_2) เป็นระยะของการประเมินประสิทธิผลของนวัตกรรมหรือวิธีการที่นำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย และอาจมีการปรับปรุง แก้ไข นวัตกรรมหรือวิธีการหลังจากการวิเคราะห์ผลการนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้ได้นวัตกรรมหรือวิธีการที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพในเรื่องนั้นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเภทของการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิจัยแบบผสมผสาน ซึ่ง เป็นการวิจัยที่ใช้วิธีการ เป็นการวิจัยที่ผสมผสานวิธีการวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเข้าด้วยกันเพื่อร่วมหาคำตอบของการวิจัย โดยในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือในระหว่างขั้นตอน

ภายในเรื่องเดียวกันหรือใช้เทคนิควิธีการเชิงผสมในเรื่องเดียวกันแต่ดำเนินการวิจัยต่อเนื่องแยกจากกันแล้วนำผลการวิจัยมาสรุปร่วมกัน ซึ่งคุณค่าของการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Cresswell and Plano Clark ,2007 : 9-10) คือ 1) ช่วยลดจุดอ่อนของงานวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เนื่องจากการวิจัยเชิงปริมาณจะขาดข้อมูลเชิงลึกทางบริบทและข้อมูลของผู้มีส่วนร่วม ในขณะที่งานวิจัยเชิงคุณภาพมีข้อจำกัดเรื่องจำนวนผู้ให้ข้อมูลที่น้อยและขาดความเป็นปรนัย 2) ให้หลักฐานที่ชัดเจนและเข้าใจได้เนื่องจากผู้วิจัยมีการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ เพื่อนำไปสู่การได้ข้อมูลต่างๆที่มีความครบถ้วนรอบด้านกว่าการใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ช่วยให้ได้คำตอบที่ชัดเจน เนื่องจากการใช้เครื่องมือที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายได้อย่างครอบคลุม 4) ส่งเสริมให้มีการร่วมมือกันในการทำงานระหว่างผู้วิจัยเชิงปริมาณและผู้วิจัยเชิงคุณภาพ 5) สนับสนุนให้มีการใช้กระบวนการที่หลากหลาย และ 6) เป็นงานวิจัยที่ปฏิบัติได้จริง ผู้วิจัยมีอิสระในการทำวิจัยและสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยออกแบบการวิจัยเป็นแบบ Embedded Design โดยการให้ความสำคัญกับการเก็บข้อมูลในการวิจัยเชิงปริมาณเป็นหลัก และการเก็บข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพเป็นรอง แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 ประเภทมาวิเคราะห์และตีความร่วมกัน โดยนำข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้มาเป็นข้อมูลสนับสนุนการวิจัยในขั้นตอนต่างๆของการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการตอบคำถามการวิจัยแต่ละข้อให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

แบบจำลองของการออกแบบระบบการเรียนการสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบจำลองในการออกแบบการเรียนการสอนของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยใช้ขั้นตอนในการออกแบบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา 2) การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนของการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ การเลือกสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ 3) การพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนของการพัฒนาเครื่องมือหรือนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ 4) การนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนของการนำนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนของการประเมินผลการจัดการเรียนรู้และสิ่งที่ใช้ในการเรียนการสอน แล้วดำเนินการออกแบบรูปแบบการสอนโดยกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนไว้ 5 องค์ประกอบ รูปแบบการเรียนการสอนมีองค์ประกอบสำคัญ 5 องค์ประกอบ ดังนี้ (ทิสนา เขมมณี, 2551: 221; 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537: 70-71; Anderson, 1997: 521; Arends, 1997: 7 ; Joyce and Weil, 1996, อ้างถึงใน พัทธี ปิยภัณฑ์,

2555: 77) คือ 1) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน 3) กระบวนการจัดการเรียนการสอน 4) การวัดและประเมินผลของรูปแบบ และ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

2. หลักการ แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม โนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาในครั้ง นี้ ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism)และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) โดยสังเคราะห์แนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบกลุ่ม 4 คน (Using Group of Four)เป็นหลักการในการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นพื้นฐาน ในการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลการวิจัยมีข้อค้นพบที่ตรงกันว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน Problem-based Learning)การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบกลุ่ม 4 คน (Using Group of Four) ช่วยส่งผลให้ นักเรียนมีการพัฒนา โนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จนนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว (กุสุมา แสงมาศ, 2555: 103 – 104; จุฬากร เมืองโคตร, 2555: 82-83; ธัญญรัตน์ ธนรัตน์, 2554: 90-91; Katwibun, 2004; วัชระ น้อยมี, 2551: 136; Riggs, 1995: 3802-A ; Thomson, 2000: 61-10B; สุภชัย สุริยะกมล, 2551: 90 - 91) โดยนักเรียนมีบทบาท ดังนี้ 1)กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ด้วยตนเอง 2)มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ 3)เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ และสร้างความหมายการเรียนรู้ด้วยตนเอง 4) วางแผน และดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ด้วยตนเอง 5)ฟังพาดำข้อและเกื้อกูลในการเรียนรู้ และ6)สร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียน ส่วนครูมีบทบาท คือ 1)วิเคราะห์และจัดโครงสร้างของเนื้อหา ก่อนออกแบบการเรียนการสอน 2)ค้นหาความเข้าใจและประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน 3)กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะสอนในแต่ละครั้ง 4)ตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของผู้เรียนอย่างเพียงพอ ก่อนเริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5)จัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยไปสู่ความเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ 6) นำเสนอภาพรวมของเรื่องที่จะสอนก่อนแล้วจึงสอนเรื่องย่อยๆ 7)ส่งเสริมให้มีการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนและ 8)เห็นคุณค่า ชื่นชม ส่งเสริม และยอมรับในเสรีภาพและมุมมองของนักเรียน การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้ 1)จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนและเป็นไปตามสภาพ

ความเป็นจริง 2)เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ 3)เน้นกระบวนการกลุ่ม และเสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง 4)นำเสนอกรอบมโนทัศน์ก่อนสอนเนื้อหาและสอนความคิดรวบยอดของเรื่องนั้นๆ 5)ให้ความสำคัญกับการคิดกระบวนการสร้างความรู้และตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น 6) เป้าหมายการเรียนรู้ต้องมาจากการปฏิบัติงานจริงการเรียนรู้ทักษะต่างๆต้องถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้ สิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ มีลักษณะ ดังนี้ 1)อบอุ่น ปลอดภัย น่าไว้วางใจ ให้อิสรภาพ ดึงดูดความสนใจ เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ 2)สร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ 3)มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ มีลักษณะ ดังนี้ 1) ประเมินตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ 2)ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย 3)ประเมินบ่อยๆ 4) ประเมินจากมุมมองที่เกิดขึ้นภายในมากกว่า การประเมินผลการเรียนรู้จากการท่องจำและ 5)มีการประเมินเป็นกลุ่มและการประเมินรายบุคคล

3. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ ความคิดสำคัญ หรือความเข้าใจของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ จนนำไปสู่การได้ข้อสรุปที่เป็นสาระสำคัญของเรื่องนั้น และสามารถแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดสำคัญนั้น และสามารถนำความคิดสำคัญที่ได้ไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง (Cooney Davis and Henderson, 1975: 85; Bell, 1981: 108; Good, 1995: 118; อัมพร ม้าคะนอง, 2547: 5; ปุณยบุษย์ กุลเพชร, 2552: 9) ซึ่งมโนทัศน์สามารถแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้ 1) มโนทัศน์ร่วมลักษณะ 2) มโนทัศน์แยกลักษณะ และ 3) มโนทัศน์ชนิดสัมพันธ์ (Bruner, Goodnow and Austin, 1957: 41-43, De Cecco and Crawford, 1974 : 231-293) ซึ่งกระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัย คือ 1) การนำเสนอสิ่งเร้าให้นักเรียนได้รู้จัก 2) จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะต่างๆกับสิ่งเร้า นั้น 3) ให้นักเรียนระบุสิ่งที่รับรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้า นั้นๆ 4) ให้นักเรียนค้นหาเหตุผลหรือแยกแยะสิ่งที่ได้รับรู้จากสิ่งเร้า จนนำไปสู่การคาดการณ์ถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้า นั้น 5) สร้างสมมติฐานที่เกี่ยวกับการรวมลักษณะของสิ่งเร้าที่เหมือนกัน 6) ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง 7) เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการร่วมกันได้ 8) จัดลักษณะของสิ่งเร้าที่คัดเลือกได้จากสมมติฐานให้สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างของความคิด 9) การสรุปอ้างอิง หรือการสรุปครอบคลุม โดยการสรุปเป็นมโนทัศน์ที่ได้ 10) ค้นหาสัญลักษณ์ที่เหมาะสมใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ใหม่ (Guilford, 1952: 43; Podell, 1958: 1-20; McDonald, 1959: 105; De Cecco, 1968: 394-396; Asubel, 1968: 517; Bolton, 1977: 10)

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนจำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยสอดคล้องในการจัดการเรียนรู้ในทุกสาระการเรียนรู้ ผลจากการสังเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของประเทศไทย ประเทศสิงคโปร์ ประเทศแคนาดา และประเทศอเมริกา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 56 – 57; Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus, 2013; Mathematical Processes, The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005; NCTM, 2006)) ซึ่งให้เห็นว่า เป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์คือการส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยความสามารถด้านอื่นๆประกอบกัน ได้แก่ กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งทั้งหมดนี้รวมเป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถือเป็นกระบวนการหนึ่งของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับ (Houghton Mifflin, 1995, The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005, Ministry of Education Singapore, 2013) และผลจากการสังเคราะห์ ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ คือ (Polya, 1957: 23 - 29; Russel, 1961: 255; Charles, Lester, 1982: 6-10; กรมวิชาการ, 2544: 19-25; Bitter Hatfield and Edward, 1989: 37) 1) ปัญหาเกี่ยวกับสาระเนื้อหา หมายถึงปัญหาที่เป็นตัวเลข หรือข้อความที่ต้องใช้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นๆ ความสามารถในการคิดคำนวณ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีต่างๆทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาจะมีความซับซ้อนเรียงลำดับจากง่ายไปหาปัญหาที่มีความซับซ้อนมากสอดคล้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2) ปัญหาการประยุกต์ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาเป็นสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งในการหาคำตอบผู้เรียนต้องใช้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งคำตอบของปัญหาอาจมีเพียงคำตอบเดียว หรือมากกว่าหนึ่งคำตอบสำหรับกระบวนการในการแก้ปัญหา จากการสังเคราะห์จากแนวคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีดังนี้ (Polya, 1985: 87; Krulik and Rudnick, 1993: 39-57 ; ฉวีวรรณ เสวตมาลย์, 2544: 11-13; สสวท, 2544: 191-192; ไสว พักขาว, 2544: 74-76; จันทร์ขจร มะลิจันทร์, 2554: 59) 1) อ่านและทำความเข้าใจปัญหา 2) ข้้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ข้้นดำเนินการตามแผน 4) ข้้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ และ 5) ข้้นมองย้อนและขยายผลสำหรับแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา (Bitter, 1990:

43-44; สิทธิพร ทิพย์คง, 2544: 80-81; ปรีชา เนาวีเย็นผล, 2537: 66-77; อัมพร ม้าคนอง, 2553: 46-47 ; จันทร์ขจร มะลิจันทร์, 2554: 63-64) คือ 1) ก่อนที่จะให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาในเรื่องใดๆต้องมีการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนว่ามีเพียงพอหรือไม่ หากพบว่าไม่เพียงพอจะมีการทบทวนหรือสอนเสริมในความรู้นั้นๆก่อน 2) ส่งเสริมการทำความเข้าใจกับปัญหาโดยการให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาและสรุปปัญหาด้วยภาษาของตนเอง 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กิจกรรมกลุ่มช่วยช่วยในการแก้ปัญหา 4) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดต่างๆในการแก้ปัญหา โดยการให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการคิดให้เพื่อนๆ โดยอาจใช้การเขียนหรือการพูดเพื่อให้เพื่อนๆ ได้อภิปรายเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม 5) ปัญหาที่นำมาใช้เป็นปัญหาที่สอดคล้องกับสาระที่เรียนในเรื่องนั้นๆ และนำปัญหาที่ผู้เรียนมีประสบการณ์มาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยมีความยากง่ายปะปนกัน 6) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการหาคำตอบที่หลากหลายและเหมาะสม และ 7) ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคาดคะเนคำตอบ และตรวจสอบคำตอบอย่างเป็นระบบ

คณิตศาสตร์คือการให้เหตุผล” (NCTM, 1989, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2551: 19) และการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจคณิตศาสตร์มีเจตคติที่ดีและเกิดความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์ (NCTM.1989 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2551: 19) ดังนั้น กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ โดยกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งไว้เป็น 3 ประเภท คือ (Eysenck , Arnold and Meili, 1972: 214; O’ Daffer, 1990: 378; Baroody and Coslick, 1998: 2-61; สสวท, 2546: 23-23; พัชรีย์ ปิยภักดิ์, 2555: 19) 1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย 2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย 3) การให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ สำหรับแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีกระบวนการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้โดย (Baroody and Coslick, 1998: 2-30; สสวท, 2547: 3, 15-19 ; เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2551: 20-23; อัมพร ม้าคนอง, 2553: 50; ชินรัตน์ สังห์รณ, 2556: 54) ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ แล้วส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ พร้อมกับให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และประเมินการให้เหตุผลของตนเองและเพื่อนๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่มีความเหมาะสม จัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ซึ่งแจ้งเหตุผลของแนวคิด ด้วยวิธีการต่างๆ โดยครูให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนฝึกจับฟังและทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น และมีการเสริมแรงทันทีให้กับนักเรียนมีการให้เหตุผลที่เหมาะสมและให้กำลังใจกับนักเรียนที่มีความพยายาม

ในการแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตนและช่วยเหลือนักเรียนประสบความสำเร็จในการอธิบายเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเองหรือปรับปรุงแนวคิดที่เข้าใจคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง

กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอเป็นกระบวนการในการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์รวมถึงการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้รับสารกับผู้ส่งสารเพื่ออธิบาย แสดงความคิดเห็น หรือตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน และถูกต้องเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (จิรากรสำเร็จ, 2551: 15; สสวท, 2551: 70; อัมพร ม้าคนอง, 2553: 9; พรรณทิภา ทองนวล, 2554: 129; พัชรี ปิยภักดิ์, 2555: 22; ประวี อ่อนสะอาด, 2556: 7) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นประโยชน์ในการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยแนวทางการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถด้านกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ นั้น สามารถดำเนินการได้ดังนี้ (NCTM, 2000: 270-272; สสวท, 2551: 74-75; วรรณศิริ หลงรัก, 2553: 78; พรรณทิภา ทองนวล, 2554: 134; ชีณรินทร์ สังหาร, 2556: 82; ประวี อ่อนสะอาด, 2556: 42) โดยการจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยการจัดกิจกรรมกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงประสบการณ์ของนักเรียนและนำสถานการณ์ เรื่องใกล้ตัวนักเรียนมาเป็นสื่อในการกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกด้านการสื่อสารในลักษณะต่างๆ เช่น การพูด การอธิบาย การอภิปราย การวาดภาพ แล้วให้ผลย้อนกลับทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความสามารถของตนเองและเกิดความรู้สึภาคภูมิใจในการเรียนรู้ของตนเอง

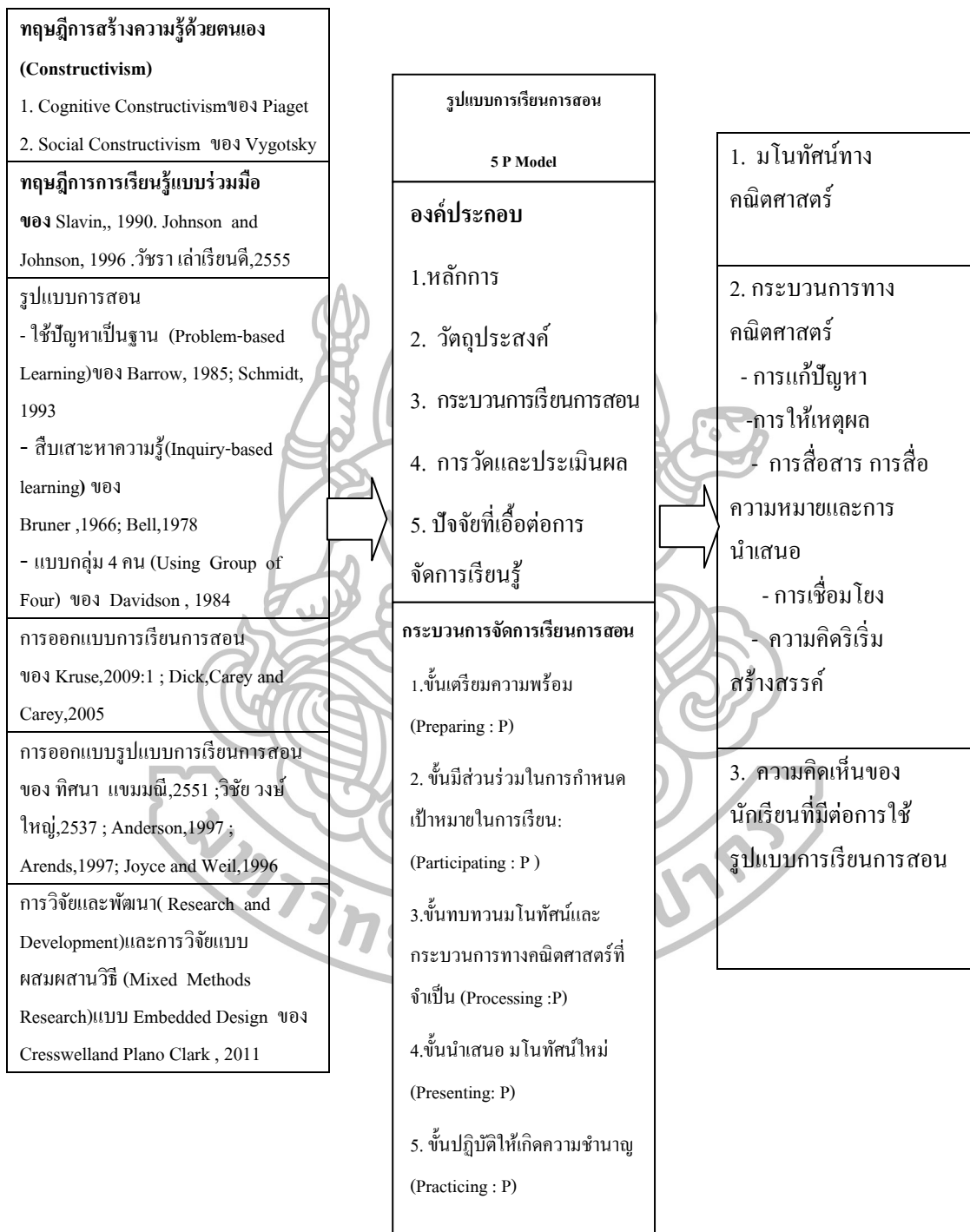
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ เพราะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การผสมผสาน เนื้อหา สารและหลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกันมาจัดให้เป็นระบบ และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (NCTM, 2000: 102; Dossey, 2002: 81; บุญญิสสา แซ่หล่อ, 2550: 14; สนฤดี ศรีสวัสดิ์, 2551: 80; อัมพร ม้าคนอง, 2553: 60; พัชรี ปิยภักดิ์, 2555: 23) ซึ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2547: 50-51; เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร, 2551: 24; อัมพร ม้าคนอง, 2553: 181; วรรณวิสา จันทร์สุนทรภาพร, 2557: 67) 1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และ 3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยมีแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Kennedy and Tipps, 1994: 194-198; Basil, 1999: 8-12; NCTM, 2000: 274-277; Kyle, 2001:

80-86; เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2551: 28; อัมพร คนองมัว, 2553: 61; วรณวิสา จันท์สุนทรภาพร, 2557: 71) โดยการจัดบรรยากาศของห้องเรียนให้เอื้อต่อการเชื่อมโยงความรู้โดยการให้นักเรียนมีกิจกรรมของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย มีการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้และมโนทัศน์นั้นไปสร้างความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้ในลักษณะภายในกลุ่มสาระ ระหว่างกลุ่มสาระ และในชีวิตประจำวัน โดยการให้นักเรียนได้แสดงออกในรูปแบบต่างๆ เช่น การอธิบาย การวาดภาพ และการอภิปราย โดยสถานการณ์ที่จะนำมาใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้คือเนื้อหาตามหลักสูตร โดยการประยุกต์ใช้สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์เรื่องราวใกล้ตัวนักเรียน และเหตุการณ์ในชีวิตจริงมาใช้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จินตนาการและวิจารณญาณในการพัฒนา คิดค้น ประยุกต์ ต่อเติม ความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่างๆ ที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ หรือความรู้ใหม่ (กุลภัสสร ศิริพรรณ, 2545: 17; อาทิตย์ อาจหาญ, 2547: 29; สดวท, 2551: 133-135; ณัฐพงศ์ วงศ์สุ่ย, 2552: 26; วิรัตพัชร เลิศจิราพัฒน์, 2552: 25; สาลินี เรืองจ้อย, 2554: 39; ปฎิมา สิงห์สร, 2554: 38) ซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยพื้นฐานของการคิดอย่างน้อย 4 ลักษณะคือ (Guilford, 1969: 145-151; Torrance, 1973: 91-95; อารี พันธุ์มณี, 2537: 34-39; สาลินี เรืองจ้อย, 2554: 29) 1)ความคิดริเริ่ม (Originality) 2)ความคิดคล่องแคล่ว(Fluency) 3)ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และ 4)ความคิดละเอียดลออ(Elaboration) โดยมีแนวทางในการพัฒนาความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ (อารี พันธุ์มณี, 2547: 92-93, อ้างอิงจาก Blount and Klausmier, 1968; ปฎิมา สิงห์สร, 2554: 33-34, อ้างอิงจาก Torrance, 1969; ปฎิมา สิงห์สร, 2554: 35; ชिरเชษฐ เรืองสุขอนันต์, 2554: 21; พัชรี ปิยภักดิ์, 2555: 25) การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แก่นักเรียน ให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษา แนะนำของครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ปัญหาเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองแสดงให้เห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

จากแนวคิดในการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนำไปสู่กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแสดงในแผนภาพที่ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

คำถามในการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาเมืองค์ประกอบและกระบวนการจัดการเรียนการสอนอย่างไรและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา เป็นอย่างไรในด้านต่อไปนี้

2.1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

2.2 พัฒนาการของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เป็นอย่างไร

2.3 กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

2.4 พัฒนาการของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เป็นอย่างไร

2.5 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นอย่างไร

3. ผลจากการนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ไปขยายผลเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2.1 เปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

2.2 ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

2.3 เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

2.4 ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

2.5 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3. เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการเรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียน

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น

4. ความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1 ประชากร คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสุพรรณบุรีเขต 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 125 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านหนองยาว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรีเขต 3 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 25คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 2

เรื่อง คือ 1) ทศนิยม จำนวน 18 ชั่วโมง 2) การบวก การลบ และการคูณทศนิยม จำนวน 17 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 35 ชั่วโมง

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ

3.2.1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.2.2 กระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนด้วยกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และแนวคิดแบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอน ADDIE Model (Kruse, 2009: 1) ร่วมกับแนวคิดการออกแบบการเรียนการสอนของ ดิกค์แคร์รี่และแคร์รี่(Dick,Carey and Carey,2005) และประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนการสอนของ แอนเดอร์สัน (Anderson, 1997: 521) เอลเดน (Arends,1997:7) จอยซ์และเวลล์ (Joyce and Weil, 2009: 100-101) ในการพัฒนาเครื่องมือประเมินผล พัฒนากลยุทธ์ในการสอน ดำเนินการตามขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development)

2. รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา หมายถึงองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ มีแบบแผนในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และ กระบวนการเรียนรู้อย่างร่วมมือ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน 3) กระบวนการจัดการเรียนการสอนและ 4) การวัดและประเมินผลของรูปแบบและ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งองค์ประกอบด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ 1)ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparing : P) 2)ขั้นมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating: P) 3)ขั้นทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing: P) 4)ขั้นนำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) 5)ขั้นปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing: P)

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกด้านความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องทศนิยมและการบวก การลบ การคูณทศนิยม ที่มีการประเมิน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การประเมินระหว่างจัดการเรียนการสอน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกด้านความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดตามเป้าหมายของการเรียนรู้ในแต่ละแผนที่ได้จากการทำใบงานที่ปรากฏในการสอนนั้นๆ ทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) แล้วนำคะแนนที่ได้จากใบงานมาหาค่าเฉลี่ย และรายงานผลความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 10 คะแนน 2) การประเมินก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกด้านความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่สำคัญของแต่ละหน่วย จากแบบทดสอบชนิดอัตนัย โดยมีลักษณะของแบบทดสอบที่ให้นักเรียนสะท้อนความคิดรวบยอดผ่านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ แล้วประเมินความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) แล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อสรุปเป็นความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และรายงานผลความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 4 คะแนน

4. พัฒนาการของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเปลี่ยนแปลงของผลรวมคะแนนด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นใน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ก่อนเรียน ระยะที่ 2 ระหว่างเรียน และระยะที่ 3 หลังเรียน

5. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ 5 ด้าน ดังนี้

5.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยมีขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นอ่านและทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ และ 5) ขั้นมองย้อนและขยายผล ซึ่งมีการประเมินใน 2 ลักษณะ ได้แก่ การประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ตามเป้าหมายของการเรียนรู้ในแต่ละแผนมาใช้ในการแก้ปัญหตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน จากการทำใบงานที่ปรากฏในแผนการสอนนั้นๆ ทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) แล้ว นำคะแนนที่ได้จากใบงานมาหาค่าเฉลี่ยและรายงานผลความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 10 คะแนน การประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน โดยการทำแบบทดสอบ

ชนิดอัตโนมัติ แล้วประเมินความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) และรายงานผลความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 4 คะแนน

5.2 ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ใน 2 ลักษณะคือ วิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) ซึ่งมีการประเมินใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ตามเป้าหมายของการเรียนรู้ในแต่ละแผนมาใช้ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการทำใบงานที่ปรากฏในแผนการสอนนั้นๆ ทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) แล้วนำคะแนนที่ได้จากใบงานมาหาค่าเฉลี่ยและรายงานผลความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 10 คะแนน 2) การประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้มาใช้ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการทำแบบทดสอบชนิดอัตโนมัติ แล้วประเมินความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) และรายงานผลความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 4 คะแนน

5.3 ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมานำเสนอในรูปแบบของการเขียนถ่ายทอดความรู้ให้บุคคลอื่นได้รับรู้ในลักษณะต่างๆ ซึ่งมีการประเมินใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ตามเป้าหมายของการเรียนรู้ในแต่ละแผนมาใช้ในการเขียนถ่ายทอดความรู้โดยการเขียนตัวมโนทัศน์ และยกตัวอย่างประกอบมโนทัศน์โดยการนำเสนอในรูปแบบของการเขียนแผนผังความคิดที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มโนทัศน์ใหม่ ที่ปรากฏในแผนการสอนนั้นๆ ทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) แล้วนำคะแนนที่ได้จากใบงานมาหาค่าเฉลี่ยและรายงานผลความสามารถด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 10 คะแนน 2) การประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้มาใช้ในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ โดยการทำแบบทดสอบชนิดอัตโนมัติ แล้วประเมินความสามารถด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) และรายงานผลความสามารถด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอออกมาในรูปคะแนนเต็ม 4 คะแนน

5.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงในลักษณะต่างๆ ได้แก่ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมีการประเมินใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ตามเป้าหมายของการเรียนรู้ในแต่ละแผนมาใช้ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการทำใบงานที่ปรากฏในแผนการสอนนั้นๆ ทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) แล้วนำคะแนนที่ได้จากใบงานมาหาค่าเฉลี่ยและรายงานผลความสามารถด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 10 คะแนน 2) การประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้มาใช้ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการทำแบบทดสอบชนิดอัตนัย แล้วประเมินความสามารถด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) และรายงานผลความสามารถด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 4 คะแนน

5.5 ความสามารถในการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาแสดงออกในลักษณะของ 1) ความคิดริเริ่ม (Originality) 2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) 3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ซึ่งมีการประเมินใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ตามเป้าหมายของการเรียนรู้ในแต่ละแผนมาใช้ในการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการทำใบงานที่ปรากฏในแผนการสอนนั้นๆ ทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) แล้วนำคะแนนที่ได้จากใบงานมาหาค่าเฉลี่ยและรายงานผลความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 10 คะแนน 2) การประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการนำมโนทัศน์ที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้มาใช้ในการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการทำแบบทดสอบชนิดอัตนัย แล้วประเมินความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) และรายงานผลความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปคะแนนเต็ม 4 คะแนน

6. พัฒนาการของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความเปลี่ยนแปลงของผลรวมคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นใน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ก่อนเรียน ระยะที่ 2 ระหว่างเรียน และระยะที่ 3 หลังเรียน

7. ความคิดเห็นที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน หมายถึงระดับการแสดงออกของความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อการดำเนินการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน (5 P Model) ประเมินโดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. นักเรียนหมายถึง ผู้เรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6
2. ได้ทราบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ได้ทราบความคิดเห็นของนักเรียนและครูผู้สอนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริม มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ครั้นนี้ ผู้วิจัยได้ ศึกษา แนวคิด หลักการ ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการ ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน
2. แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้
3. แนวคิด และหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
4. แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
5. แนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
6. แนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้นั้น จำเป็นต้องนำ แนวคิดและหลักการเชิงระบบและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนของนักการศึกษาที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้ ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน รวมถึงการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ความหมายของการออกแบบระบบการเรียนการสอน

การออกแบบระบบการเรียนการสอน คือ การวางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอนเชิงระบบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้ที่กำหนด โดยในการออกแบบระบบการเรียนการสอนนั้นจำเป็นต้องอาศัยหลักการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีการเรียนการสอนเพื่อการตัดสินใจในการออกแบบระบบการเรียนการสอนให้มี

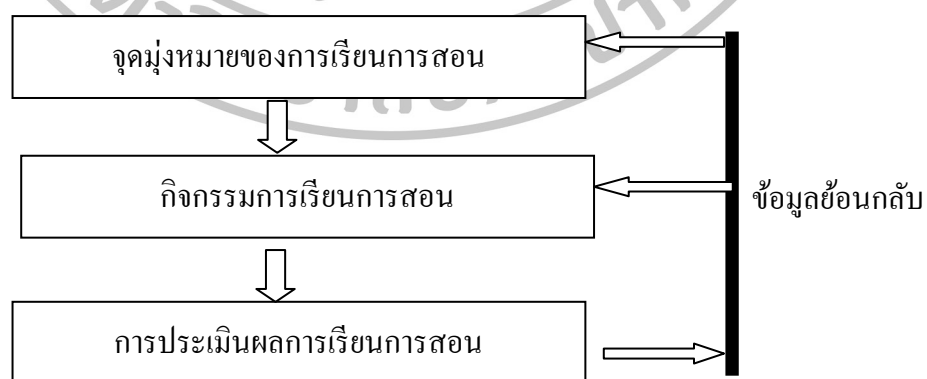
คุณภาพ ซึ่งในการออกแบบระบบการเรียนการสอนต้องตอบคำถามสำคัญ 4 คำถาม คือ 1) การออกแบบระบบการเรียนการสอนนี้เพื่อใคร 2) ผู้ออกแบบระบบการเรียนการสอนต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรหรือมีความสามารถในการทำอะไรได้บ้าง 3) ผู้เรียนจะเรียนรู้เนื้อหาวิชาหรือทักษะต่างๆ ได้ดีที่สุดในข้ออย่างไร และ 4) เราจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533: 12; กาญจนา คุณารักษ์, 2545: 7; สุวิทย์ บึงบัว, 2550: 10; จิระ ติช่วย, 2554: 40)

แบบจำลองการออกแบบระบบการเรียนการสอน

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพนั้น การศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอนเป็นอีกมิติหนึ่งที่นักวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ควรศึกษาให้เข้าใจ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนที่นำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. ระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์

ระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์ (Tyler, 1949) มีการกำหนดองค์ประกอบของระบบไว้ 3 ส่วน คือ 1) จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน 2) กิจกรรมการเรียนการสอน และ 3) การประเมินผลการเรียนการสอน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับไปยังกิจกรรมการเรียนการสอนและจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเพื่อการปรับปรุงคุณภาพในขั้นตอนต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยระบบของการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้สามารถแสดงได้ ดังแผนภาพที่ 2

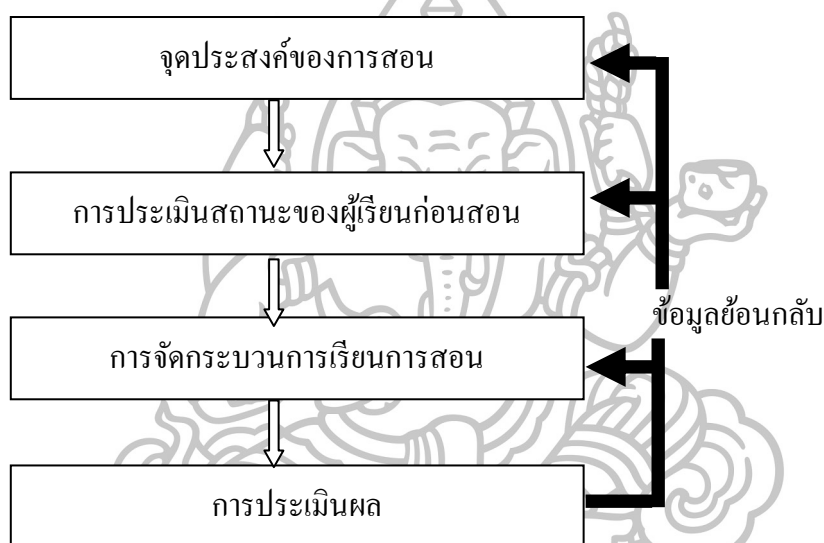


แผนภาพที่ 2 แสดงระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์ (Tyler, 1949)

ที่มา: ทิศนา ขัมมณี, **ศาสตร์การสอน** (กรุงเทพมหานคร: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, 2554), 205.

2. ระบบการเรียนการสอนของเกลเซอร์

ระบบการเรียนการสอนของเกลเซอร์ (Glaser, 1965) มีความคล้ายคลึงกับระบบการเรียนการสอนของไทเลอร์มาก โดยกำหนดองค์ประกอบของระบบไว้ 5 องค์ประกอบ คือ 1) จุดประสงค์การเรียนการสอน 2) การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน 3) การจัดกระบวนการเรียนการสอน 4) การประเมินผลการเรียนการสอน และ 5) ข้อมูลย้อนกลับ โดยระบบของการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้สามารถแสดงได้ ดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 แสดงระบบการเรียนการสอนของเกลเซอร์ (Glaser, 1965)

ที่มา: ทิศนา แชนมณี, ศาสตร์การสอน (กรุงเทพมหานคร: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, 2554), 206.

3. ระบบการเรียนการสอน ADDIE Model

การออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE Model ซึ่งมีการปรับปรุงมาจากแนวคิดเดิมของ University of Florida มีองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน (Kruse, 2009: 1) ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา 2) การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนของการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ การเลือกสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ 3) การพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนของการพัฒนาเครื่องมือหรือนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ 4) การนำไปใช้ (Implementation)

เป็นขั้นตอนของการนำนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนของการประเมินผลการจัดการเรียนรู้และสิ่งที่ใช้ในการเรียนการสอน

4. แบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ ดิกค์แคร์รี่และแคร์รี่

แบบจำลองการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบของ ดิกค์แคร์รี่และแคร์รี่ (Dick, Carey and Carey, 2005: 1-8) ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 10 องค์ประกอบ คือ 1) กำหนดเป้าหมายการเรียนการสอน (Identify Instructional Goals) เป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบ เป็นการกำหนดความต้องการให้ผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้างเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว 2) การวิเคราะห์การเรียนการสอน (Analyze Instructional) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ว่าจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ 3) การวิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analyze Learners and Contexts) 4) การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Write Performance Objective) เป็นการระบุให้ชัดเจนว่าผู้เรียนจะสามารถทำอะไรได้บ้างทั้งในด้านความรู้และการปฏิบัติ 5) การพัฒนาเครื่องมือวัดผล (Develop Assessment Instrument) 6) การพัฒนากลยุทธ์การสอน (Develop Instrument Strategy) 7) การพัฒนาและเลือกสื่อการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional Materials) 8) การออกแบบและประเมินผลระหว่างเรียน (Design and Conduct Formation Evaluation of Instruction) 9) ทบทวนการจัดการเรียนการสอน (Revise Instruction) และ 10) ออกแบบและประเมินผลภายหลังการเรียนการสอน (Design and Conduct Summative Evaluation)

จากการศึกษาการออกแบบระบบการเรียนการสอนข้างต้น นำไปสู่การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการออกแบบการเรียนการสอนของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยใช้ขั้นตอนในการออกแบบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา 2) การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนของการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ การเลือกสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ 3) การพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนของการพัฒนาเครื่องมือหรือนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ 4) การนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนของการนำนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนของการประเมินผลการจัดการเรียนรู้และสิ่งที่ใช้ในการเรียนการสอน

ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง โครงสร้างที่เป็นกรอบกระบวนการสอนที่แสดง ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และมีการจัดองค์ประกอบของการเรียนรู้อย่างเป็น ระเบียบแบบแผนตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ และได้รับการ พิสูจน์แล้วว่ามีความมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด (Saylor and Galen, 1981: 8; Joyce and Weil, 2009: 1-4; Anderson, 1997: 521; วรณี โสมประยูร, 2548:1-4 ; ทิศนา แจมมณี 2554:221)

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนมีองค์ประกอบสำคัญ 5 องค์ประกอบ ดังนี้ (ทิศนา แจมมณี, 2551: 221; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537: 70-71; Anderson,1997: 521; Arends, 1998: 7; Joyce and Weil, 2009: 100 - 101) คือ 1) หลักการของรูปแบบ เป็นแนวคิดพื้นฐาน ความเชื่อในการจัดการเรียน การสอนของรูปแบบการเรียนการสอน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ เป็นเป้าหมายเฉพาะเจาะจงว่า ต้องการพัฒนานักเรียนมีลักษณะอย่างไร 3) กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ อธิบายถึง การดำเนินการเรียนการสอนของรูปแบบที่เป็นขั้นตอนและรายละเอียดของกิจกรรมในการจัดการ เรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผลรูปแบบเป็นแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนที่บ่ง บอกถึงประสิทธิภาพของรูปแบบหรือบอกถึงการบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ เป็นการระบุถึงสิ่งที่จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ (ชาลูนชัย ยมดิษฐ์, 2548: 52 – 58; ทิศนา แจมมณี, 2554: 201-204; วารินทร์ รัศมีพรหม, 2542: 45-89; Dick and Carey, 2005: 6-7 ; Kemp, Morrison and Ross, 1998, อ้างถึงใน พัชรีย์ ปิยภักดิ์, 2555: 80-81)

1. ศึกษาสภาพปัญหา แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ปัญหา หรือประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อได้รายละเอียดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา มีปัญหาหรือไม่ ปัญหาอะไรที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน ปัญหา นั้นเป็นปัญหาที่แท้จริงหรือไม่ อะไรคือสาเหตุของปัญหา อะไรคือวิธีแก้ปัญหาคือเป็นไปได้ การ ประเมินความต้องการจำเป็นเป็นการกำหนดให้เข้าใจว่าการสอนที่จะทำการออกแบบและพัฒนา นั้นเป็นสิ่งที่ต้องการแน่แท้หรือไม่

1.2 การวิเคราะห์นักเรียน เป็นการวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนทั้งด้านเพศ อายุ พื้นฐานด้านสังคมเศรษฐกิจ ความถนัด แรงจูงใจ ความรู้พื้นฐานเดิมที่มีมาก่อน รวมทั้งความแตกต่างระหว่างบุคคลและรูปแบบการเรียนรู้

1.3 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2. ขั้นการพัฒนา ประกอบด้วย

2.1 การพัฒนาเนื้อหาความรู้ แยกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ พัฒนารายละเอียดของเนื้อหาความรู้แต่ละหน่วย พัฒนาลักษณะที่เป็นตัวอย่างของเนื้อหาแต่ละหน่วย พัฒนาการฝึกปฏิบัติในแต่ละหน่วยของเนื้อหา และการพัฒนาสิ่งอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่นการสรุป การสังเคราะห์ หรือการใช้เครื่องมือช่วยให้นักเรียนจดจำเนื้อหา เป็นต้น

2.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ควรทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ว่าจะดำเนินการอย่างไรบ้าง โดยทั่วไปจะประกอบด้วยกิจกรรมขั้นจูงใจ ให้วัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน คำเนิ่งถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียน ให้สารสนเทศและตัวอย่าง การให้ฝึกปฏิบัติและข้อมูลย้อนกลับ การทดสอบ การสอนเสริมและซ่อมเสริม

2.3 การพัฒนาเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ โดยต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในหน่วยนั้นๆ

2.4 การพัฒนาสื่อและวัสดุการสอน

3. ขั้นการนำไปทดลองใช้ โดยการนำไปทดลองใช้ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง 2 ประการ คือ การสอนและการบริหารการสอน ข้อควรตระหนักในขั้นการจัดการเรียนการสอนคือ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีความสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน คำเนิ่งถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ต้องพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยมีการวางแผนและใช้เทคโนโลยีการสอนอย่างเหมาะสม

4. ขั้นการประเมินผล เป็นการวัดว่าวงจรการพัฒนาแบบการจัดการเรียนการสอนนั้น สมบูรณ์แล้ว ข้อมูลจึงเป็นส่วนสำคัญที่ได้จากการประเมินผล เพื่อนำไปปรับปรุงในส่วนของแต่ละขั้นตอนให้ดีขึ้นและตรงตามวัตถุประสงค์ โดยการประเมินผลจำแนกเป็นการประเมินผลเพื่อการปรับปรุงและการประเมินผลลัพท์หรือผลสัมฤทธิ์

จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การออกแบบการเรียนการสอนเป็นการวางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอนเชิงระบบ ซึ่งผู้ออกแบบการเรียนการสอนต้องตอบคำถามที่สำคัญ 4 คือ ออกแบบการเรียนการสอนเพื่อใคร ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไรหรือให้มีความสามารถทำอะไรได้ นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดได้อย่างไร และ จะรู้ได้อย่างไรว่านักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ซึ่งการที่จะออกแบบการเรียนการสอนให้ตอบคำถามสำคัญทั้ง

4 ข้อได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยแบบจำลองในการออกแบบการเรียนการสอน ซึ่งแบบจำลองของระบบการเรียนการสอนที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายแบบจำลองหนึ่งคือแบบจำลองระบบการเรียนการสอน ADDIE Model ซึ่งมีการปรับปรุงมาจากแนวคิดเดิมของ University of Florida มีองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การออกแบบ (Design) 3) การพัฒนา(Development) 4) การนำไปใช้ (Implementation) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) ในส่วนขององค์ประกอบของการออกแบบการเรียนการสอนนั้นมีนักการศึกษาได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับเรื่ององค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนไว้หลายแนวทางแต่เมื่อสังเคราะห์แล้วสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนที่สำคัญมี 5 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน 3) กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน 4) การวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน และ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน โดยขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนั้นดำเนินการตามลำดับดังนี้ คือ 1) การศึกษาสภาพปัญหา แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 3) การนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้ และ 4) การประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

แนวคิด หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ถือได้ว่าเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการออกแบบการเรียนรู้อย่างไรก็ตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความเชื่อต่อทฤษฎีการเรียนรู้ใดเป็นหลัก มักจะออกแบบการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ตามความเชื่อนั้น ซึ่งเมื่อก้าวโดยสรุปสามารถสรุปกลุ่มของทฤษฎีการเรียนรู้ที่นิยมนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบการเรียนการสอนเป็น 4 กลุ่ม คือ 1. ทฤษฎีกลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) 2. ทฤษฎีกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) 3. ทฤษฎีกลุ่มมนุษยนิยม (Humanism) และ 4. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

สำหรับการวิจัยเรื่องการพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมสนับสนุนโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยให้ออกแบบการเรียนการสอนอยู่บนพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ผสมผสานกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism)เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความเชื่อว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้และสร้างความหมายจากการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการลงมือปฏิบัติและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น ซึ่ง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ Cognitive Constructivism และ Social Constructivism โดยนักการศึกษาสำคัญที่เสนอแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ได้แก่ Piaget , Vygotsky เป็นต้น

1. ประเภทของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism)

1.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กลุ่ม Cognitive Constructivism มีพื้นฐานมาจากแนวคิดของ Piaget ที่เชื่อว่า คนเราเกิดมาด้วยความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและมีแนวโน้มพื้นฐานคิดด้มาตั้งแต่เกิด 2 ชนิด คือ การจัดและรวบรวม (Organization) และ การปรับตัว (Adaptation) มนุษย์เรียนรู้จาก การค้นหา การจัดระเบียบ และการซึมซับความรู้ โดยผ่านข้อมูลที่พวกเขาถืออยู่ (Piaget, J.,1977; สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2545: 47 – 50) ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structuring) ให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึม (Assimilation) ได้แก่การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญา และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) คือการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิม หรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพสมดุลหรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้หรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง

1.2 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กลุ่ม Social Constructivism มีพื้นฐานมาจากแนวคิดของ Vygotsky ที่เชื่อว่า กิจกรรมทางปัญญาเป็นผลมาจากการเรียนรู้จากบรรทัดฐานทางวัฒนธรรมและการใช้เครื่องมือและสัญลักษณ์ของวัฒนธรรมด้วยความช่วยเหลือของสมาชิกในสังคมนั้น (Vygotsky, L. S., 1978) ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา และศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่า Zone of Proximal Development ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่า Zone of Proximal Development จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ ที่เรียกว่า Scaffolding โดยแนวคิดสำคัญของ Social Constructivism ที่ได้รับการยอมรับมากเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านปัญญา คือ

1.2.1 กระบวนการภายในจิตใจ (Internalization) คือการซึมซับหรือการนำเอาความรู้ที่อยู่ในบริบทของสังคมนั้นๆด้วยการสังเกตด้วยตนเอง โดยทักษะทางภาษาของเด็กจะไปช่วยพัฒนาความคิดของเด็กได้

1.2.2 พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) ไวก็อตสกีอธิบายว่า การจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงระดับพัฒนาการ 2 ระดับ คือ ระดับพัฒนาการที่เป็นจริง (Actual Development Level) และระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ (Potential Development Level) ระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริงและระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) เด็กสามารถเรียนรู้เพื่อก้าวไปสู่พัฒนาการที่สูงขึ้น โดยการข้ามรอยต่อพัฒนาการได้ต้องอาศัยการช่วยเหลือ แนะนำจากผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า การช่วยเหลือให้เด็กก้าวพ้นพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สูงขึ้น เรียกว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding)

1.2.3 การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) หมายถึง บทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนที่ให้การช่วยเหลือด้วยวิธีการต่างๆ ตามสภาพปัญหาที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองได้ (Wood, Bruner and Ross, 1976: 98) โดยวิธีการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ไว้ 6 ประการ คือ

1.2.3.1 การสร้างความสนใจ (Recruitment) กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ด้วยความสมัครใจ

1.2.3.2 ลดระดับการเรียนรู้ที่ไร้หลักการ ระเบียบ หรือกฎเกณฑ์ (Reduction in degree of freedom) เพราะจะทำให้ยากต่อการจัดการหรือการให้ความช่วยเหลือ

1.2.3.3 รักษาทิศทางการเรียนรู้ (Direction maintenance) ผู้สอนต้องดูแลกวาดขันผู้เรียนเป็นพิเศษเพื่อให้เรียนรู้ที่จะมุ่งไปสู่จุดมุ่งหมายตั้งไว้

1.2.3.4 กำหนดลักษณะสำคัญที่ควรพิจารณาของสิ่งที่จะเรียนรู้ให้เด่นชัด (Marking critical features)

1.2.3.5 ควบคุมความคับข้องใจของผู้เรียน (Frustration control) รับผิดชอบต่ออารมณ์ของผู้เรียนที่แสดงออกมา

1.2.3.6 ควรมีการสาธิต (Demonstration) หรือมีแบบอย่างให้กับผู้เรียนในการแก้ปัญหาการเรียนรู้

2. การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ไปใช้

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ Cognitive Constructivism และ Social Constructivism ไปใช้ มีหลักการสำคัญ ดังนี้

2.1 การนำCognitive Constructivism ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีหลักสำคัญ 2 ประการคือ

2.1.1 การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ลงมือปฏิบัติ (Learning is Active Process) ประสบการณ์ตรง การลองผิดลองถูกและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดูดซึมและการปรับเปลี่ยนของข้อมูลวิธีการที่สารสนเทศถูกนำเสนอ เป็นสิ่งสำคัญเมื่อสารสนเทศถูกนำเข้ามา ในฐานะเป็นสิ่งที่ช่วยแก้ปัญหอาจทำหน้าที่เป็นเครื่องมือมากกว่าจะเป็นข้อเท็จจริงอย่างแท้จริง

2.1.2 การเรียนรู้ควรเป็นองค์รวม เน้นสภาพจริงและสิ่งที่เป็นจริง (Learning Should be Whole, Authentic, and “Real”)

2.2 การนำSocial Constructivism ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีหลักสำคัญ 4 ประการคือ

2.2.1 การเรียนรู้และการพัฒนา คือ ด้านสังคมได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative Activity)

2.2.2 Zone of Proximal Development ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตร และการวางแผนบทเรียน

2.2.3 การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกบริบทของสภาพจริงจากการเรียนรู้และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real World)

2.2.4 ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน

นอกจากนั้นแล้ว Dalgarno (Dalgarno, 2001) ได้เสนอแนวคิด เกี่ยวกับการนำทฤษฎี Social Constructivism ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยให้พิจารณาใน 3 ด้านหลักต่อไปนี้ คือ

1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ควรเป็นกระบวนการสร้างให้เกิดความหมาย ซึ่งลักษณะของการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นเป็นรายบุคคลตามลำพัง แต่เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นแต่ละบุคคลกับบริบทนั้นแสดงว่า บุคคลและบริบทมีอิทธิพลต่อกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2. ความรู้ เครื่องมือและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ให้อยู่ในบริบทของวัฒนธรรมนั้นๆ

3. การเรียนรู้ควรจัดให้อยู่ภายในกรอบของวัฒนธรรมนั้น

จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ Cognitive Constructivism ซึ่งให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้วยการ วิธีการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน

โครงสร้างทางปัญญา (Accomodation) ส่วน Social Constructivism เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องสร้างความรู้โดยผ่านทางปฏิบัติสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น

3. หลักการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ในการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้มีหลักการดังต่อไปนี้ (Murphy, 1977, อ้างถึงใน SinghanatNomnian George, 1991; Brooks and Brooks, 1993; ทิศนา แจมมณี, 2554)

3.1 หลักการด้านบทบาทของนักเรียน คือ 1)เป็นผู้กำหนดเป้าหมายและจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ของตนเองหรือจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเกิดจากการเจรจาต่อรองระหว่างนักเรียนกับครู 2)เป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆและสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง 3)การสร้างความรู้และกำกับการเรียนรู้ของตนเอง 4)เรียนรู้งานที่ซับซ้อน ทักษะและความรู้ที่จำเป็นจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง 5)ค้นหาความรู้อย่างอิสระ วางแผนและการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง 6)สร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียน

3.2 หลักการด้านบทบาทของครู คือ 1) ค้นหาความเข้าใจของนักเรียนและประสบการณ์ที่มีมาก่อนเกี่ยวกับสาระสำคัญก่อนที่จะจัดการเรียนการสอนให้นักเรียน 2)เป็นผู้ให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกและช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ 3) ส่งเสริมให้เกิดการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน และ ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 4)ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาความรู้อย่างอิสระ วางแผนและการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง 5)เห็นคุณค่า ชื่นชมส่งเสริมและยอมรับในเสรีภาพและมุมมองของนักเรียน

3.3 หลักการด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ คือ 1)การออกแบบหลักสูตร ควรออกแบบหลังจากได้ทราบมโนทัศน์ที่มีมาก่อนของนักเรียน 2)บรรยากาศในการเรียนรู้ต้องเอื้อต่อการปฏิบัติสัมพันธ์ทางสังคม 3)จัดบริบทของการเรียนส่งเสริมวิธีการคิดและการกำกับเกี่ยวกับการรับรู้ของตนเอง 4)เปิดโอกาสให้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆที่เป็นของจริง สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน 5)แรงจูงใจเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้

3.4 หลักการด้านการจัดประสบการณ์เรียนรู้ คือ 1)จัดสถานการณ์หรือประสบการณ์เรียนรู้ที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับนักเรียนและเป็นไปตามสภาพที่เป็นจริง 2)การเรียนรู้เป็นกระบวนการทำงานที่ผู้เรียนรับข้อมูลโดยประสาทสัมผัสและสร้างความหมายจากสิ่งที่ได้รับรู้นั้น โดยการสร้างความหมายคือ การทำให้เกิดขึ้นในใจ กิจกรรมทางกายภาพ ประสบการณ์จากการลงมือกระทำ 3)ให้เวลาสำหรับการเรียนรู้ 4)เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการเจรจาต่อรองทางสังคมและการเรียนรู้ร่วมกัน 5)ใช้ข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิ 6)ผลของการเรียนรู้มุ่งเน้นที่กระบวนการ

สร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น 7) เป้าหมายการเรียนรู้ต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง
8) การเรียนรู้ที่ทักษะต่างๆต้องถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3.5 หลักการด้านการประเมินผลการเรียนรู้ คือ 1) ประเมินผลตามจุดมุ่งหมาย 2) ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย และใช้เกณฑ์การประเมินในโลกของความเป็นจริง 3) วัดผลการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงขณะดำเนินการเรียนการสอน 4) ควรประเมินจากมุมมองที่เกิดขึ้นภายในมากกว่าการประเมินผลการเรียนรู้จากการท่องจำ

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่ทำให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 3 – 6 คนที่มีข้อกำหนดในการเข้ากลุ่มอย่างชัดเจน คือ คือ การคละเทศ ความสามารถ เพื่อดำเนินกิจกรรมในการหาความรู้โดยมีเป้าหมายสำคัญคือความสำเร็จของกลุ่มเกิดมาจากความสำเร็จของสมาชิกภายในกลุ่มทุกคน ซึ่งการจะประสบความสำเร็จได้ต้องเกิดจากความร่วมมือในการปฏิบัติงานของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม โดยประสิทธิภาพของกลุ่มสะท้อนให้เห็นได้จากการทำงานที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีการทำงานอย่างร่วมมือกัน และสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้บรรลุตามเป้าหมายของภาระงานแต่ละอย่างที่ได้รับมอบหมาย และถือได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้หนึ่งซึ่งช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม และความสามารถในการคิดขั้นสูงให้กับนักเรียน (Joyce and Weil, 2009 ; Slavin , 1990; Johnson and Johnson, 1996; วิชาเร เล่าเรียนดี, 2555)

1. ลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือ

เนื่องจากการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นการให้นักเรียนคละเทศและความสามารถมาร่วมทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อดำเนินกิจกรรมไปสู่การบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ดังนั้นลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือในวิชาคณิตศาสตร์ จึงสรุปได้ดังนี้ (Johnson, Johnson and Holubec, 1987; AJose and Joyner, 1990; Davidson, 1984)

1.1 เป็นลักษณะของการเรียนรู้ที่มีการพึ่งพาอาศัยกันทางบวกคือ นักเรียนจะเกิดความสำเร็จในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ต้องการอาศัยการเรียนรู้จากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง และประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบร่วมมือสมาชิกภายในกลุ่มต้องมีความรู้สึกันว่า เราจะล้มเหลวหรือประสบความสำเร็จด้วยกัน ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน เกิดความกระปรสันความร่วมมือกันของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม

1.2 สมาชิกภายในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์กัน ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นและร่วมกันปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย โดยการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มรวมถึงการให้

ความช่วยเหลือ การสนับสนุน การให้คำแนะนำและการส่งเสริมให้นักเรียนพยายามเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ ความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และศักยภาพด้านการสื่อสารของนักเรียนจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนคนอื่น รวมถึงการอธิบายปากเปล่า ว่าตนเองแก้ปัญหาอย่างไร อภิปรายเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ที่ได้รับจากการเรียนรู้ การสอนความรู้หนึ่งกับเพื่อร่วมห้องและเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนรู้ในปัจจุบันกับความรู้ที่เรียนผ่านมาแล้ว

1.3 สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมกันรับผิดชอบในงานของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มเกิดจากความสำเร็จของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่ม โดยวิธีการโดยทั่วไปที่จะทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบเป็นรายบุคคลในการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลและสุ่มเลือกผลงานนักเรียนจากสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อเป็นตัวแทนผลงานของกลุ่มนั้นๆ

1.4 ทักษะทางสังคมและทักษะการทำงานกลุ่มเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งสิ่งๆนี้จำเป็นในการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ ทักษะการเป็นผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ ทักษะการจัดการกับความขัดแย้ง การสร้างความไว้วางใจและทักษะการสื่อสาร ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องมีการสอนให้กับนักเรียนเช่นเดียวกับทักษะในด้านวิชาการ

1.5 ต้องมีการประเมินผลการทำงานอยู่เป็นประจำ โดยการประมวลผลการทำงานของกลุ่ม คือการอภิปรายว่า สมาชิกภายในกลุ่มมีวิธีการที่ดีที่สุดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างไร มีวิธีการรักษาประสิทธิภาพในการทำงานกลุ่มได้อย่างไร การกระทำของกลุ่มการกระทำใดที่เป็นการกระทำที่เกิดประโยชน์และไม่เกิดประโยชน์ในการทำงานกลุ่ม และตัดสินใจได้ว่าพฤติกรรมใดที่ต้องดำเนินการต่อและพฤติกรรมใดที่ต้องการเปลี่ยนแปลง ประเด็นสำคัญของการประเมินผลการทำงานของกลุ่มคือ การรู้จักเกี่ยวกับหน้าที่ของสมาชิกที่มีต่อกลุ่ม การประเมินผลของกลุ่มช่วยให้การเรียนรู้ของกลุ่มมุ่งเน้นไปที่การดูแลรักษากลุ่ม การอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานกลุ่ม การเรียนรู้ทักษะต่างๆทางสังคมและทำให้นักเรียนแน่ใจได้ว่าได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมภายในกลุ่มของนักเรียนที่เป็นประโยชน์มากที่สุด

2. ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประโยชน์สรุปได้ดังนี้ (Johnson and Johnson, 2000: 27-30; พิมพันธ์ เตะชะคุปต์, 2544: 40; กรมวิชาการ, 2544: 41; ประจวบ แสงสีบบ, 2556: 36)

2.1 ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนคนที่ทำหน้าที่ในการอธิบายความรู้ให้กับเพื่อนจะได้รับประโยชน์ คือ

2.1.1 เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น เนื่องจากต้องมีการทบทวนความรู้และเรียบเรียงเป็นคำพูดเพื่อนำมาถ่ายทอดให้กับเพื่อนนักเรียนได้เข้าใจ

2.1.2 มีความสามารถในการคิด และความสามารถในการสื่อสาร เพื่อทักษะทางสังคม

2.1.3 มีบทบาทในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากเป็นผู้ช่วยเหลือให้เพื่อนที่เรียนอ่อนกว่าได้รับความรู้

2.1.4 เห็นคุณค่าในตนเองว่าตนเองสามารถที่จะช่วยเหลือเพื่อนที่ต้องการความช่วยเหลือได้

2.1.5 ฝึกคุณลักษณะจิตอาสา ให้เกิดขึ้นในตนเอง

2.2 ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนที่เป็นผู้รับการช่วยเหลือ คือ

2.2.1 ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นเนื่องจากได้รับฟังการอธิบายและการช่วยเหลือจากเพื่อนที่มีการใช้ภาษาในระดับเดียวกัน

2.2.2 เกิดความรู้สึกไม่โดดเดี่ยว เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากสมาชิกภายในกลุ่ม

2.2.3 เกิดความตระหนักในคุณค่าของตนเองที่สามารถเรียนรู้ได้ทำเทียมกับเพื่อน

2.2.4 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบตัวต่อตัว ทำให้นักเรียนมีความเอาใจใส่และมีความสนใจต่อการเรียนมากยิ่งขึ้น

2.3 ประโยชน์ที่เกิดขึ้นในด้านกระบวนการเรียนรู้ คือ

2.3.1 นักเรียนทั้งฝ่ายผู้ช่วยเหลือและผู้ได้รับการช่วยเหลือได้มีโอกาสในการพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่มและทักษะทางสังคมในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.2 สมอของนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาด้านการคิด การสื่อสาร การตัดสินใจ การนำเสนอไปในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.3 ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

2.3.4 ส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้เชิงบวกให้เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนรู้

2.3.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็น การพูด การคิด กล้าทำ โดยอยู่บนพื้นฐานคือเป้าหมายของกลุ่มเป็นสำคัญ

2.3.6 ลดปัญหาการล้อเลียนกันในกรณีที่มีเพื่อนนักเรียนตอบคำถามผิด เหลือเกิดข้อผิดพลาดในการเรียนรู้

นอกจากนั้นแล้วการเรียนรู้แบบร่วมมือยังช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในหลายประการ ดังนี้ (Davidson, 1990: 3-5)

1. การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกลไกทางสังคมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิด ถามคำถามอย่างเป็นอิสระ มีการอธิบายให้คนอื่นได้ฟังซึ่งการกระทำดังนั้นทำให้เกิดมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆที่ชัดเจนขึ้น

2. การเรียนรู้ที่เป็นกลุ่มขนาดเล็กช่วยสร้างโอกาสในความสำเร็จให้กับนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มจะช่วยให้สมาชิกภายในกลุ่มได้เรียนรู้มโนทัศน์และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้

3. ปัญหาทางคณิตศาสตร์เหมาะสำหรับการอภิปรายโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

4. เนื่องจากปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี ดังนั้นการให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้นๆ

5. การเรียนรู้แบบกลุ่มเล็กจะทำให้ให้นักเรียนภายในกลุ่มได้ช่วยเหลือเพื่อนที่ที่ไม่เข้าใจเรื่องที่เรียนได้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

6. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เต็มไปด้วยการใช้ความคิดที่น่าตื่นเต้นและท้าทายที่นำไปสู่การอภิปราย การให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยผ่านการถาม การฟัง การอธิบายและการคิดร่วมกัน เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยสร้างเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ ฝึกให้นักเรียนได้คาดการณ์ ทดสอบสมมติฐาน การตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ดังนั้นนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยใช้กระบวนการของกลุ่มขนาดเล็กจะสามารถจัดการกับปัญหาได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยนักเรียนเพียงลำพัง

3. เทคนิคที่ใช้ในการเรียนแบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือมีกิจกรรมและเทคนิคชนิดต่างๆหลายอย่างที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ แต่กิจกรรมหรือเทคนิคนั้นๆควรเกิดขึ้นภายหลังจากการที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆเพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้เพียงพอต่อการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ในกรณีที่นักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ ครูผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อน โดยการฝึกให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ และเมื่อนักเรียนมีความคุ้นเคยและปฏิบัติกิจกรรมได้ผลเป็นที่น่าพึงพอใจแล้ว จึงใช้เทคนิคต่างๆของการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการเรียนรู้ โดยกิจกรรมและเทคนิคต่างๆของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีดังนี้(วัชร เล่าเรียนดี, 2555: 158 – 180)

3.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ

3.1.1 การจับคู่บรรยายคู่กัน (Taking pairs) คือใช้เวลาประมาณ 10 นาทีหลังจากการบรรยายของครูหรือเพื่อนเสร็จ แล้วให้นักเรียนจับคู่กันจับจับกันที่สิ่งที่ได้จากการฟังการบรรยายลงในกระดาษ แล้วนำสิ่งที่จดได้มาแลกเปลี่ยนกับคู่ของตนเอง

3.1.2 การจับคู่สรุปสาระสำคัญ (Turn – to your neighbor summaries) คือในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน ครูอาจมีการถามคำถามหรือให้นักเรียนสรุปการเรียนรู้ เมื่อถึงช่วงเวลาดังกล่าว ครูอาจใช้วิธีการให้นักเรียนที่อยู่ข้างๆกันจับคู่กันร่วมกันคิดหาคำตอบ แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดกัน ฟังการอธิบายจากอีกฝ่ายหนึ่งและร่วมกันสรุปคำตอบ โดยครูช่วยดูแลว่านักเรียนแต่ละคนรับผิดชอบงานของตนเองอย่างจริงจังหรือไม่

3.1.3 การจับคู่อ่านและอธิบาย (Read and explain pairs) คือ ในโอกาสที่ครูมอบหมายงานให้นักเรียนอ่าน ครูอาจใช้กิจกรรมมอบหมายให้นักเรียนจับคู่กันอ่าน และช่วยกันอธิบายเรื่องที่อ่านหรือตอบคำถามจากเรื่องที่อ่าน โดยการจับคู่มีประสิทธิภาพถ้าการจับคู่เป็นเพื่อนนักเรียนที่เก่งคู่กับนักเรียนที่อ่อน

3.1.4 การจับคู่เขียนและปรับแก้ใบงาน (Cooperative writing and editing pairs) คือ ในกรณีที่ครูมอบหมายภาระงานให้นักเรียนเขียนเรียงความ ย่อความ รายงาน แปลหรือการเขียนบทประพันธ์ หรือบททวนเรื่องที่ได้อ่านมาแล้ว ครูอาจจัดกิจกรรมดังกล่าวโดยการให้นักเรียนจับคู่กันเขียนและปรับแก้ไข โดยนักเรียนทั้งคู่เขียนงานของตนเองและมีการช่วยดูงานของกันและกันให้ได้ตามเกณฑ์ที่ครูกำหนด โดยครูอาจให้คะแนนเป็นคู่ โดยดูจากข้อผิดพลาดของแต่ละคนรวมกันนำมาเป็นตัวในการปรับลดคะแนนของกลุ่ม

3.1.5 การจับคู่แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Math problem solving pairs) คือ ใช้ในกรณีที่มีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูอาจใช้วิธีให้นักเรียนจับคู่หรือเป็นกลุ่ม 3-4 คน โดยให้มีนักเรียนที่เรียนดี 1 คน หรือ คนที่มีความสามารถในการอ่าน 1 คนในแต่ละกลุ่ม อ่านปัญหาให้เพื่อนในกลุ่มฟัง แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการแก้ปัญหานั้นๆ แล้วให้สมาชิกงมือแก้ปัญหาลงและอธิบายขั้นตอนให้กันฟัง และตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหาลง สุดท้ายให้กลุ่มอภิปรายว่าแต่ละกลุ่มปฏิบัติงานได้บรรลุผลสำเร็จได้อย่างไร ขอบขอบคุณและกันที่ให้ความช่วยเหลือ ชื่นชมกับความสำเร็จ

3.1.6 การจับคู่ฝึกทบทวน (Drill – review pairs) คือในระหว่างการเรียนการสอนครูอาจมีการให้นักเรียนทบทวนในเรื่องต่างๆเพื่อให้เกิดความชำนาญ ครูอาจให้นักเรียนจับคู่ทำกิจกรรมฝึกทบทวน

3.1.7 การอภิปรายข้อโต้แย้งทางวิชาการ (Academic controversy) เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ความคิดระดับสูง

3.2 เทคนิคต่างๆของวิธีการสอนแบบร่วมมือ (Slavin, 1990)

3.2.1 ปริศนาควมคิด (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่สมาชิกในกลุ่มแยกย้ายกันไปศึกษาหาความรู้ในหัวข้อเนื้อหาที่แตกต่างกัน แล้วกลับเข้ากลุ่มมาถ่ายทอดความรู้ที่ได้มาให้สมาชิกกลุ่มฟัง วิธีนี้คล้ายกับการต่อภาพจิ๊กซอร์ จึงเรียกรูปแบบนี้ว่า Jigsaw หรือปริศนาควมคิด

3.2.2 กลุ่มร่วมมือแข่งขัน (Teams – Games – Tournaments : TGT) เทคนิคกลุ่มร่วมมือแข่งขัน เป็นกิจกรรมที่สมาชิกในกลุ่มเรียนรู้เนื้อหาสาระจากผู้สอนด้วยกัน แล้วแต่ละคนแยกย้ายไปแข่งขันทดสอบความรู้ คะแนนที่ได้ของแต่ละคนจะนำมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุดได้รับรางวัล

3.2.3 กลุ่มร่วมมือช่วยเหลือ (Team Assisted Individualization : TAI) เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้สมาชิกแต่ละคนได้แสดงความสามารถเฉพาะตนก่อน แล้วจึงจับคู่ตรวจสอบกันและกัน ช่วยเหลือกันทำใบงานจนสามารถผ่านได้ ต่อจากนั้นจึงนำคะแนนของแต่ละคนมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะเป็นฝ่ายได้รับรางวัล

3.2.4 กลุ่มสืบค้น (Group Investigation : GI) เป็นเทคนิคการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้ค้นคว้าหาความรู้มานำเสนอ ประกอบเนื้อหาที่เรียน อาจเป็นการทำงานตามใบงานที่กำหนด โดยที่ทุกคนในกลุ่มรับรู้และช่วยกันทำงาน

3.2.5 กลุ่มเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together : LT) กลุ่มเรียนรู้ร่วมกัน เป็นเทคนิคการจัดกิจกรรมที่ให้สมาชิกในกลุ่มได้รับฝึกหัด มีบทบาทหน้าที่ทุกคน เช่น เป็นผู้อ่าน เป็นผู้จัดบันทึก เป็นผู้รายงานนำเสนอ เป็นต้น ทุกคนช่วยกันทำงาน จนได้ผลงานสำเร็จ ส่งและนำเสนอผู้สอน

3.2.6 กลุ่มร่วมกันคิด (Numbered Heads Together : NHT) กิจกรรมนี้เหมาะสำหรับการทบทวนหรือตรวจสอบความเข้าใจ สมาชิกกลุ่มจะประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อนคละกัน จะช่วยกันค้นคว้าเตรียมตัวตอบคำถามที่ผู้สอนจะทดสอบ ผู้สอนจะเรียกถามทีละคน กลุ่มที่สมาชิกสามารถตอบคำถามได้มากแสดงว่าได้ช่วยเหลือกันดี

3.2.7 กลุ่มร่วมมือ (Co – op Co - op) กลุ่มร่วมมือเป็นเทคนิคการทำงานกลุ่มวิธีหนึ่ง โดยสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถและความถนัดแตกต่างกันได้ แสดงบทบาทตามหน้าที่ที่ตนถนัดอย่างเต็มที่ ทำให้งานประสบผลสำเร็จ วิธีนี้ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกความรับผิดชอบการทำงาน

กลุ่มร่วมกัน และสนองต่อหลักการของการเรียนรู้ และร่วมมือที่ว่า “ความสำเร็จแต่ละคน คือความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่ม คือ ความสำเร็จของทุกคน”

3.2.8 กลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student Teams – Achievement Division , STAD) เป็นการจัดกิจกรรมโดยการจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-6 คน โดยละความสามารถทางการเรียนและเพศ ซึ่งครูต้องจัดการเรียนการสอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระของบทเรียนแก่นักเรียนทั้งชั้นก่อนและมอบหมายภาระงานให้แต่ละกลุ่มตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ นั้นๆ เมื่อสมาชิกกลุ่มช่วยกันปฏิบัติการงานเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่ไม่แตกต่างจากภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ประมาณ 15 – 20 นาที คะแนนที่ได้จากการทดสอบจะถูกแปลงมาเป็นคะแนนกลุ่มของแต่ละกลุ่ม

4. หลักการในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลักการดังต่อไปนี้ (Johnson and Johnson, 2000; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552; เจมส์ ญู มิ่งศิริธรรม, 2554) คือ

4.1 มีการพึ่งพาอาศัยและเกื้อกูลกัน ซึ่งเป็นการพึ่งพากันเชิงวิชาการเพื่อให้งานกลุ่มบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ เนื่องจากสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความสำคัญและความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคน และสมาชิกทุกคนจะประสบความสำเร็จเมื่องานกลุ่มบรรลุเป้าหมาย

4.2 มีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด โดยสมาชิกทุกคนต้องมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย

4.3 ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่ม โดยสมาชิกทุกคนต้องมีหน้าที่ความรับผิดชอบต่อกลุ่ม และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ และมีการตรวจสอบการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

4.4 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือจะสำเร็จได้ ต้องอาศัยทักษะต่างๆ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร ทักษะการแก้ปัญหา และเคารพ ยอมรับ ใฝ่หาใจกันและกัน

4.5 กระบวนการกลุ่ม โดยต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

4.6 การกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหา โดยครูเป็นผู้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้แต่ละกลุ่ม แล้วให้สมาชิกแต่ละคนค้นหาแล้วนำมาอภิปรายร่วมกัน

ในการนำหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้ระบบกลุ่มไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนนั้น ครูผู้สอนควรดำเนินการดังต่อไปนี้ (Davidson, 1984: 6-7) คือ 1) ริเริ่มให้เกิดการทำงานเป็นกลุ่ม 2) นำเสนอหลักการสำหรับการทำงานโดยใช้กลุ่มย่อย 3) ส่งเสริมให้เกิดบรรทัดฐาน

ของการทำงานเป็นกลุ่มและส่งเสริมให้สมาชิกภายในกลุ่มมีความเอื้ออาทรต่อกัน 4) ให้นักเรียนร่วมกันจัดตั้งกลุ่มในการทำงานร่วมกัน 5) จัดหาวัสดุอุปกรณ์และสร้างความพร้อมให้เกิดขึ้นในกลุ่มของนักเรียน 6) ครูเข้าไปมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มย่อยต่างๆในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การตรวจสอบหรือการให้คำแนะนำ เป็นต้น 7) ชมวัดความคิดร่วมกัน 8) มอบหมายงานให้นักเรียนทำร่วมกันโดยอาจทำงานที่มอบหมายในเวลาเรียนหรือทำนอกเวลาเรียน และ 9) ประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน

จากแนวคิด หลักการและทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นนำไปสู่แนวคิดพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาดังนี้ 1) หลักการในการจัดการเรียนการสอนคือการจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาโดยการใช้ปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน แล้วให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองร่วมกับการเรียนรู้กับกลุ่มเพื่อน โดยมีครูเป็นผู้ช่วยในการเสริมต่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียน 2) ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนเป็นการเรียนรู้รายบุคคล การเรียนรู้เป็นคู่และการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

แนวคิดและหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอน (Model of Teaching) คือวิธีการจัดการเรียนรู้ต่างๆที่ช่วยให้นักเรียนได้มาซึ่งข้อมูล ข่าวสาร ความคิด ทักษะ คุณค่า วิธีการคิดและให้ความหมายอย่างชัดเจนด้วยตนเอง ซึ่งหัวใจสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน คือ การสอนให้นักเรียนเรียนรู้เป็นครูที่ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้จะต้องมีวิธีการนำเสนอความรู้ที่ดึงดูดใจนักเรียน จัดเกลาให้นักเรียน สอนในด้านความรู้ควบคู่ไปกับกิจกรรมทางสังคม ส่งเสริมให้มีทักษะทางสังคม ทักษะชีวิต การอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Joyce and Weil, 2009: 6-7) ซึ่งแนวคิดสำคัญในการจัดการเรียนรู้นำไปสู่การพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนการสอนนั้น ตั้งอยู่ในพื้นฐานของแนวคิด ทฤษฎีต่อไปนี้ คือ 1) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีแนวคิดสำคัญอยู่ 4 ประการ คือ การเรียนรู้คือการสร้างองค์ความรู้และการสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่อาศัยกระบวนการทางสังคมช่วยก่อให้เกิดการเรียนรู้ 2) การควบคุมและการประเมินการคิดของตนเอง (Metacognition) คือ การเรียนรู้ที่จะสร้างองค์ความรู้ เน้นให้นักเรียนสร้างจิตสำนึกว่าจะเรียนรู้อย่างไร 3) การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ที่จะช่วยให้นักเรียนเพิ่มความสามารถในการควบคุม กำกับการรู้คิดของตนเอง 4) พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) ซึ่งพัฒนาการและการเรียนรู้มีลักษณะที่เอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน การเรียนรู้นำไปสู่พัฒนาการ สนับสนุนพัฒนาการ

หรือผลักดันให้พัฒนาการเป็นไปในระดับที่สูงขึ้น เป็นการขยายระดับพัฒนาการออกไปอย่างไม่มีขีดจำกัด (Wing and Putney, 2002: 91-94)

ตระกูลของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่มีอยู่ในปัจจุบันหากนำมาจัดเป็นตระกูลของรูปแบบการเรียนการสอนแล้วสามารถจำแนกออกเป็น 4 ตระกูล (Joyce and Weil, 2009: 24 -37) คือ

1. ตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (The information-processing family of Models) ซึ่งได้แก่รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดอุปนัย (Learning to Think Inductively) รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ (Attaining Concepts) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบเสาะ (Scientific Inquiry and Inquiry Training) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการช่วยจำ (Memorization) รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Synectics) และรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโดยนำเสนอโมเดลที่กว้างขวางหน้า (Advance Organiger Model)

2. ตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นระบบสังคม (The social family of Models) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการสังคมช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนแบบคู่หูในการเรียนรู้ (Partners in Learning) การสืบเสาะการเรียนรู้แบบกลุ่ม (Group Investigation) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้บทบาทสมมุติ (Role Playing and Public Policy Education) และรูปแบบการเรียนการสอนโดยการซักค้าน (Jurisprudential Inquiry)

3. ตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาส่วนบุคคล (The personal family of Models) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับมุมมองของนักเรียนแต่ละคน และพยายามที่จะสนับสนุนให้เป็นอิสระในการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักและรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้แก่รูปแบบการเรียนการสอนแบบไม่ชี้นำ (Nondirective Teaching) และรูปแบบการเรียนการสอนการพัฒนาตนเองเชิงบวก (Developing Positive Self-concepts)

4. ตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นระบบพฤติกรรม (The behavioral systems family of Models) ซึ่งมีความเชื่อว่ามนุษย์มีระบบการแก้ไข การสื่อสารเป็นของตนเองที่จะออกแบบพฤติกรรมสนองตอบข้อมูลด้วยวิธีการที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ มุ่งไปที่การติดตามพฤติกรรมและภาระงานที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนและวิธีการสำหรับความก้าวหน้าในการสื่อสารไปสู่ผู้เรียน ซึ่งได้แก่รูปแบบการเรียนการสอนแบบรอบรู้ (Learning to Learn from Mastery)

Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบชี้แนะ (Direct Instruction) และรูปแบบการเรียนรู้อจากสถานการณ์(Learning from Simulations)

รูปแบบการเรียนการสอนที่นำมาใช้เป็นพื้นฐานในการทำวิจัย

จากตระกูลของรูปแบบการเรียนการสอนที่กล่าวมาข้างต้นนำไปสู่การประยุกต์ใช้รูปแบบการของ 2 ตระกูล คือ ตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (The information-processing family of Models) และตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นระบบสังคม (The social family of Models) ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(Inquiry-Based Learning)รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หนึ่งของแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Theory of Constructivism) ซึ่ง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นในการจัดการเรียนรู้โดยครูอาจนำนักเรียนไปเผชิญปัญหา หรือฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ (Albanese and Mitchell, 1993:52-81; Boud and Feletti ,1997: 14; วิชรา เล่าเรียนดี, 2547: 72; ทิศนา ขัมมณี, 2553: 137; จุฬากร เมืองโคตร, 2555: 18)

1.1 กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักการศึกษาได้นำเสนอกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้หลายแนวทางด้วยกันผลจากการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้ (Barrow, 1996: 112-115; Schmidt , 1993: 422-423 ; กรมวิชาการ, 2541: 8-10 ; D’Zurilla and Goldfried, อ้างถึงใน กระทรวงศึกษาธิการ, 2546: 348; สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนการเรียนรู้, 2550: 8)

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Barrow ,1995	Schmidt ,1993	สำนักมาตรฐาน การศึกษาและ พัฒนาการเรียนรู้, 2550	D'Zurilla and Goldfried (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)	กระทรวง ศึกษาธิการ, 2541	สรุปกระบวนการ เรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน
1. ทำความ เข้าใจกับปัญหา	1. กลุ่มนักเรียน ทำความเข้าใจ คำศัพท์ ข้อความ ที่ปรากฏในปัญหา ให้ชัดเจน โดย อาศัยความรู้ พื้นฐานหรือ ศึกษาค้นคว้าจาก เอกสารตำราหรือ สื่ออื่นๆ	1. เชื่อมโยง ปัญหาและระบุ ปัญหา	1. อธิบายปัญหาและ ความรู้ที่เกี่ยวกับ (เป็นการกระตุ้นให้เด็กรู้ ปัญหา จำนวนปัญหา และเรียนรู้การนิยาม ปัญหา)	1. การสังเกตและ วิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับปัญหา	ขั้นที่ 1 สังเกต และวิเคราะห์ ข้อมูลเกี่ยวกับ ปัญหา
2. แก้ปัญหาด้วย เหตุผลอย่างมี ทักษะ	2. กลุ่มนักเรียน ระบุปัญหาหรือ ข้อมูลสำคัญ ร่วมกัน โดยทุก คนในกลุ่มเข้าใจ ปัญหานั้น	2. กำหนด แนวทางที่เป็นไป ได้	2. ทางแก้เบบระดม สมอง (ให้นักเรียน หาทางแก้ไขที่แตกต่าง กันให้ได้มากที่สุดเท่าที่ จะทำได้)	2. คิดหาวิธีการที่ จะแก้ปัญหานั้นๆ โดยควรจะเปิด โอกาสให้ได้คิด วิธีการแก้ปัญหา หลากหลาย	ขั้นที่ 2 ทำความ เข้าใจปัญหา
3. ค้นหาความ ต้องการ เรียนรู้ด้วย กระบวนการ ปฏิสัมพันธ์	3. กลุ่ม นักเรียนระดม สมองเพื่อ วิเคราะห์ปัญหา อธิบายความ เชื่อมโยงของ ข้อมูลหรือ ปัญหา	3. ดำเนิน การศึกษา ค้นคว้า	3. ผลที่ตามมาของทาง แก้ไขปัญหาคืออะไร (แผนการที่ดีที่สุดคือ อะไรพิจารณาว่าจะเกิด อะไรขึ้นถ้าดำเนินการ ตามทาง แก้ไขประการ ใดประการหนึ่งให้ ลุล่วงไป)	3. รวบรวม ความคิด เกี่ยวกับ แผนการ แก้ปัญหาหรือ ทางออกเป็น ข้อๆ	ขั้นที่ 3 รวบรวม ความคิด เกี่ยวกับ แผนการ แก้ปัญหา

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ต่อ)

Barrot55w, 1995	Schmidt ,1993	สำนักมาตรฐาน การศึกษาและ พัฒนาการ เรียนรู้ , 2550	D'Zurilla and Goldfried (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546:)	กระทรวง ศึกษาธิการ, 2541	กระบวนการ เรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน
4. ศึกษา ค้นคว้าด้วย ตนเอง	4. กำหนดและ จัดลำดับ ความสำคัญ ของสมมติฐาน โดยใช้พื้น ฐานความรู้เดิม ของนักเรียน	4. สังเคราะห์ ความรู้	4. ทางแก้ไขหรือ ทางเลือกที่ดีที่สุดคือ อะไร	4. การค้นหา ทางออกที่ดี	ขั้นที่ 4 ค้นหา ทางออกที่ดีและ พัฒนาวิธีการ แก้ปัญหาของ ตนเอง
5. นำความรู้ที่ ได้มาใหม่มา ใช้ในการ แก้ปัญหา	5. กำหนด วัตถุประสงค์ การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ บอกได้ว่า ความรู้ส่วนใด รู้แล้ว ส่วนใด ต้องกลับไป ทบทวน ส่วน ใดยังไม่รู้หรือ จำเป็นต้องไป ค้นคว้าเพิ่มเติม	5. สรุปและ ประเมินค่าของ คำตอบ	5. การนำทักษะ แก้ปัญหามาใช้	5. วางแผนวิธี นำเสนอเพื่อการ ยอมรับแผนไป ใช้และสรุป แนวทางการ ปฏิบัติที่ เหมาะสมใน การแก้ปัญหา	ขั้นที่ 5 การนำ ทักษะแก้ปัญหา มาใช้ในการ แก้ปัญหาและ ประเมินผลลัพธ์ ของการ แก้ปัญหา
6. สรุปสิ่งที่ ได้เรียนรู้แล้ว	6. ผู้เรียน ค้นคว้า รวบรวม สารสนเทศจาก สื่อและแหล่ง เรียนรู้ต่างๆ เพื่อพัฒนา ทักษะการ เรียนรู้ด้วย ตนเอง	6. นำเสนอและ ประเมินผลงาน	6. ประเมินผลลัพธ์		ขั้นที่ 6 นำเสนอ ผลการ แก้ปัญหา

กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สังเกตและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนรู้ปัญหา จำแนกปัญหา และเรียนรู้การนิยามปัญหา

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา โดยการคิดหาวิธีการที่จะแก้ปัญหานั้นๆ โดยอาศัยความรู้พื้นฐานหรือศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำราหรือสื่ออื่นๆ โดยควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิธีแก้ปัญหอย่างหลากหลาย

ขั้นที่ 3 รวบรวมความคิดเกี่ยวกับแผนการแก้ปัญหมาแล้วพิจารณาเงื่อนไข อุปสรรค ข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญห

ขั้นที่ 4 ค้นหาลู่ทางออกที่ดีและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหของตนเอง

ขั้นที่ 5 การนำทักษะแก้ปัญหามาใช้ในการแก้ปัญหและประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหานั้น หากแก้ปัญหได้ถูกต้องนำมาสรุปเป็นหลักการหรือความรู้ใหม่ หากแก้ปัญหไม่ได้ให้นักเรียนค้นหาลู่ทางแก้ปัญหใหม่จนนำไปสู่การแก้ปัญหที่ถูกต้องแล้วนำมาสรุปเป็นหลักการหรือความรู้ใหม่

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลการแก้ปัญหด้วยวิธีการที่หลากหลาย

1.2 แนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนอกจากจะต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น แนวคิดเกี่ยวกับแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญ ที่ครูผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จำเป็นต้องคำนึงถึงและยึดเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม โดยแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมดังกล่าว มีดังนี้ (Barrows and Tambly, 1980: 18; Albanese and Mitchell, 1993: 25-81; สิริพร ทิพย์คง, 2544: 57-59; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2551: 11-17)

ตารางที่ 2 แสดงแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลิริพร ทิพย์คง, 2544	Barrows and Tambly , 1980	Albanese and Mitchell , 1993.	มัทธรา ธรรมบุศย์, 2551
1. เลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ	1. กำหนดสถานการณ์ปัญหาครั้งแรกให้กับนักเรียนก่อนดำเนินการจัดกิจกรรม และต้องเป็นปัญหาที่นักเรียนผ่านการเรียนรู้มาก่อน	1. กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้ ปัญหา เป็นหลัก ในการแสวงหาความรู้	1. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
2. ทดสอบว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอครูต้องสอนเสริมหรือทบทวน	2. เสนอสถานการณ์ใหม่ที่อยู่ในทางเดียวกับปัญหาแรกให้กับนักเรียน นำเสนอให้ใกล้เคียงกับชีวิตจริง	2. ให้นักเรียนมีเสรีภาพในการใช้ความรู้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	2. การเรียนรู้เกิดจากกลุ่มนักเรียนที่มีขนาดเล็ก
3. ให้อิสระนักเรียนในการคิด กระตุ้นให้คิดว่าสามารถใช้ความคิดรวบยอด ทักษะ และหลักการในการแก้ปัญหาต่างๆ	3. การทำงานของนักเรียนกับการหาคำตอบของสถานการณ์ทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้ที่ยอมรับเหตุผล นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ซักถาม และประเมินค่า	3. การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นทีม และยอมรับประโยชน์ของการทำงานร่วมกัน ในการค้นคว้าหาแนวคิดใหม่ๆ	3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้ให้คำแนะนำ
4. เสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน	4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการแสวงหาความรู้ โดยการประยุกต์จากปัญหา		4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

ตารางที่ 2 แสดงแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(ต่อ)

สิริพร ทิพย์คง,2544	Barrows and Tambly , 1980	Albanese and Mitchell , 1993.	มัณฑรา ชรรรมบุศย์, 2551
5. ทดสอบดูว่านักเรียน เข้าใจโจทย์ปัญหานั้น	5. การเรียนรู้เกิดขึ้นจาก การทำงานกับปัญหาและ การดำเนินการที่แตกต่าง กันจะเป็นการรวบรวม สาระสำคัญของความรู้ที่ แทรกอยู่ในกระบวนการ เรียนและฝึกทักษะของ ผู้เรียนอย่างมั่นคง	-	5. เป็นปัญหาที่มีลักษณะ ที่สามารถหาคำตอบได้ หลายคำตอบหรือแก้ไข ปัญหาได้หลายทาง
6. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการ หาคำตอบโดยการ ประมาณค่าก่อนการคิด คำนวณ	-	-	6. ผู้เรียนแก้ไขปัญหา โดยการแสวงหาข้อมูล ใหม่ๆด้วยตนเอง
7. ช่วยนักเรียนในให้ ได้มาซึ่งความสัมพันธ์ ของโจทย์ปัญหา	-	-	7. ประเมินจาก สถานการณ์จริง โดยดู จากความสามารถในการ ปฏิบัติ
8. ช่วยนักเรียนในการหา ข้อมูลจากการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา	-	-	-
9. การแก้โจทย์ปัญหาครู อาจถามนักเรียนเพื่อ ตรวจสอบความถูกต้อง ในการแก้โจทย์แต่ละ ขั้น	-	-	-

จากแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน นำไปสู่แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ดังนี้

1. หลักการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ เป็นการเรียนรู้ที่มีนักเรียนเป็น
ศูนย์กลางและการเรียนรู้เกิดจากการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติเป็นกลุ่มขนาดเล็ก โดยใช้ปัญหาเป็น

ตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้มีการประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ

2. บทบาทของครู คือ ครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้ให้คำแนะนำมีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแก่ผู้เรียนหากพบว่าผู้เรียนยังมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นไม่เพียงพอครูต้องทบทวนหรือสอนเสริมก่อนการจัดการเรียนรู้การตรวจสอบนักเรียนว่ามีความเข้าใจในปัญหานั้นๆหรือไม่ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในคิดและส่งเสริมให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ ด้วยตนเอง ยอมรับความรับผิดชอบของตนเองที่มีต่อกลุ่ม คัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการประเมินตนเอง และวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองได้มีการให้กำลังใจและเสริมแรงนักเรียนในลักษณะต่างๆเพื่อให้นักเรียนเกิดกำลังใจในการเรียนรู้และแสวงหาคำตอบและฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบโดยการประมาณค่าก่อนการคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

3. ลักษณะของปัญหา เป็นปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้หลายคำตอบและมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้หลายแนวทางปัญหาที่นำเสนอมีความน่าสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ และนักเรียนผ่านการเรียนรู้ในเรื่องนั้นมาก่อนและปัญหาที่นำเสนอมีความใกล้เคียงกับชีวิตจริง

1.3 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำเป็นต้องการการประเมินผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและเป็นระยะ ซึ่งนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้ (Barell, 1998: 159-160; พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์, 2544: 123-128; วัชรรา เล่าเรียนดี, 2555: 99)

หลักการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ 1) ประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลาย 2) ต้องมีการประเมินอย่างต่อเนื่อง 3) ประเมินผลจากสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถเจอในชีวิตประจำวันและ 4) ประเมินผลที่ความสามารถที่แสดงออกมาหรือจากการทำงาน ที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

วิธีการที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือ 1) เสนอรายงานการแก้ไขปัญหา อาจจะนำเสนอเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ได้ 2) การเขียนบันทึกการเรียนรู้ของตนเอง 3) การประเมินโดยให้เพื่อนเป็นผู้ประเมินแต่ต้องมีเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน 4) การสังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้ 5) ทดสอบโดยการให้วิเคราะห์ปัญหา คิดหาแนวทางการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหา เป็นรายบุคคลโดยกำหนดปัญหาให้ปฏิบัติตามขั้นตอน 6) การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล 7) การใช้แบบทดสอบและ 8) การประเมินจากแฟ้มผลงาน

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์พบว่า

1. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) นำเป็นการแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นเผชิญกับปัญหา เป็นการนำเสนอปัญหาแก่นักเรียนในรูปแบบต่างๆ 3) ขั้นระดมความคิดเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาและระบุทางเลือกในการแก้ปัญหา 4) ขั้นทดลองและลงมือแก้ปัญหา 5) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และ 6) ขั้นสรุปและประเมินผลการเรียนรู้

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาให้มีความรู้ความเข้าใจ ความสามารถในการคิดขั้นสูงความสามารถในการสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

ดังแสดงในผลการวิจัยต่อไปนี้

ชญธรัตน์ ธนรัตน์ (2554: 90-91) ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน คือ 1) เผชิญปัญหา 2) ระดมความคิดในการวิเคราะห์และระบุทางเลือกแก้ปัญหา 3) วางแผนแก้ปัญหา 4) ทดลองและลงมือแก้ปัญหา 5) เชื่อมโยงและขยายผลการเรียนรู้ไปใช้กับสถานการณ์ชีวิตประจำวัน และ 6) ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกขั้นการสอนพบว่านักเรียนมีความสนใจเรียนจากการเผชิญปัญหาที่เกิดจากสิ่งที่อยู่รอบๆตัวแต่ส่งผลให้เวลาที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าที่กำหนดทำให้นักเรียนมีความคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทำให้เกิดความรู้ใหม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายกันได้และสามารถสรุปและประเมินผลได้ด้วยตัวเองแต่ครูต้องช่วยสรุปและประเมินผลให้ถูกต้องและสมบูรณ์ทุกครั้งและเมื่อก้าวโดยสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและเห็นว่ามีเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ใน

ระดับชั้นอื่นให้บรรลุผลได้เช่นกัน โดยเฉพาะการเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น

กุสุมา แสงมาศ (2555: 103 – 104) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง บทประยุกต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนรู้ตามปกติ โดยขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มี 4 ขั้นตอน คือ 1) ชี้นำ เป็นการแจ้งวัตถุประสงค์ ทบทวนความรู้เดิม 2) ชี้นสอน 3) ชี้นสรุป และ 4) ชี้นพัฒนาทักษะ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง บทประยุกต์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

จุฬากร เมืองโคตร (2555: 82-83) ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องบทประยุกต์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคำแหงประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร โดยขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน คือ 1) เฝัปัญหา 2) ระดมความคิดในการวิเคราะห์และระบุทางเลือกแก้ปัญหา 3) วางแผนแก้ปัญหา 4) ทดลองและลงมือแก้ปัญหา 5) เชื่อมโยงความรู้ใหม่ และ 6) สรุปและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องบทประยุกต์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก และสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจและนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อีกวิธีหนึ่ง

นาถุยา วงศ์อินทรรัตน์ (2555: 77) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องบทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอนคือ 1)ทบทวนความรู้เดิม 2)ศึกษาปัญหาจากบัตรสถานการณ์ 3)แต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ4) เสนอผลงานโดยส่งตัวแทนรายงาน 5)แต่ละกลุ่มคิดโจทย์ปัญหาแลกเปลี่ยนกับกลุ่มอื่นแล้วตรวจสอบคำตอบและ 6)สรุปองค์ความรู้และเสนอแนะการปฏิบัติงาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโดยใช้ปัญหา

เป็นฐานและที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ลีและคิม (Lee and Kim, 2001: 273-293) ได้ศึกษาผลของการใช้เครื่องมือสนับสนุนแบบอาศัยความร่วมมือ (Collaborative Representation) ในกระบวนการแก้ปัญหาและสิ่งที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ผ่านเว็บไซต์สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ PBL ผ่านเว็บไซต์สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการและทักษะในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ไปได้เป็นอย่างดี

แคทไวร์บัน (Katwibun, 2004) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์จากการใช้ PBL ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PBL ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าคุณคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นที่สุดในชีวิตประจำวันและเชื่อว่าคณิตศาสตร์เกิดขึ้นกับมนุษย์มาตั้งแต่ดั้งเดิมแต่ไม่รู้วิธีการ

เฮสเตอร์เบิร์ก (Hesterberg, 2005: Abstrac) ได้ศึกษาการใช้หลักสูตรที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อประเมินทักษะของผู้เรียนในด้านการเรียนรู้ด้วยตนเองการคิดเชิงวิจารณ์และทักษะในด้านอื่นๆที่เกิดขึ้นจากการใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ใช้ PBL ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสามารถในการเรียนรู้ตนเองไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้ใช้เท่าใดนักแต่กลุ่มที่ใช้ PBL มีทักษะการคิดเชิงวิจารณ์มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ PBL ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีพัฒนาการทางด้านทักษะในด้านอื่นๆได้ดีกว่า

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) หรือ วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดย กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด ความอยากรู้อยากเห็น และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง แล้วประยุกต์ข้อสรุปที่ได้มาเป็นความรู้ใหม่โดยที่มีครูช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆให้นักเรียน (Good, 1979: 1287; Carin, 1997: 86; พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์, 2544: 56; สสวท, 2546: 8; ทิศนา แคมมณี, 2551: 141)

2.1 เป้าหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(Inquiry-based learning)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีเป้าหมาย ดังนี้ (Bell, 1978: 342; สุพิน บุญชูวงศ์, 2532: 58; วัชระ น้อยมี, 2551: 68) 1)พัฒนาทักษะทางสมองในการค้นคว้าและพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้ 2)กระตุ้นให้นักเรียนทำการสืบเสาะค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง 3)ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลและใช้ความคิดในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง 4)เรียนรู้วิธีการถามและการสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นอิสระ 5)ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ซึ่งนำไปสู่ขั้นทั่วไปทางคณิตศาสตร์ 6)เข้าใจวิธีการต่างๆของการพิสูจน์และการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 7)เห็นคุณค่าของการนำกลวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในการนำไปสู่การค้นพบและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 8)ให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และธรรมชาติของการเรียนรู้

2.2 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(Inquiry-Based Learning)

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทของครูถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ก็เช่นกัน ได้มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของครูไว้ดังนี้ (Callahan, 1998: 261- 262; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 57 ; สสวท, 2546: 7-8 ; วัชระ น้อยมี, 2551: 72-73)

1. ครูมีหน้าที่ในการจัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญ สภาพแวดล้อม สถานการณ์ หรือสิ่งเร้าต่างๆที่เป็นปัญหาให้นักเรียนฝึกสังเกต เปรียบเทียบ จนเห็นปัญหาและเกิดความสงสัยใคร่รู้

2. ครูมีหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบเอง หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและหาสาเหตุของปัญหานั้นด้วยการตั้งคำถาม

3. ครูควรเป็นผู้ให้การเสริมแรง โดยการให้รางวัล กล่าวชมเพื่อให้กำลังใจ เพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนแบบต่อเนื่อง

4. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหา และใช้ทักษะกระบวนการช่วยในการแก้ปัญหา

5. ครูควรพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมการสร้างข้อคาดเดา การตั้งข้อสงสัยและการคิดแก้ปัญหา

6. ครูควรเป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยการบอกข้อดี ข้อบกพร่อง แก่นักเรียน
 7. ครูควรรับฟังคำตอบของนักเรียนโดยไม่ตัดสินถูกผิดทันที เพื่อให้ให้นักเรียนและเพื่อนได้คิดหาคำตอบต่อไป และเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมมติฐานของนักเรียน
 9. ครูควรช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมินความคิดเห็นของตนเอง เปิดโอกาสให้มีการอภิปรายในชั้นเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดโดยไม่มีการข่มขู่ เมื่อคำตอบไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง
 10. ครูควรช่วยเหลือ แนะนำ กำกับอย่างใกล้ชิด ตลอดจนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
 11. ครูเป็นผู้แนะนำกำกับ โดยเป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิดและกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง
- 2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning)
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นในการจัดกิจกรรมไว้หลายคนด้วยกันแต่เมื่อนำแนวคิดของนักการศึกษาเหล่านั้นมาสังเคราะห์พบว่า ลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความคล้ายคลึงกัน โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้ (Bruner, 1966: 89; Bell, 1981: 240-258; สสวท, 2546: 216; มสธ, 2537: 96-97)

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Bruner ,1966	Bell,1981	สสวท,2546	มสธ,2537
1. ขั้นสังเกต	1. ขั้นสังเกต	1. ขั้นสร้างความสนใจ	1. สอนนักเรียนว่าจะใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนอย่างไรและจะเรียนอย่างไร

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (ต่อ)

Bruner ,1966	Bell,1981	สสวท,2546	มสช,2537
2. ชั้นอธิบาย คือ พยายามอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นๆว่ามีอะไรเป็นเหตุ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	2. ชั้นอธิบาย โดยกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อขจัดความสงสัย โดยการชี้เหตุผล	2. ชั้นสำรวจค้นหา คือ มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล	2. แนะนำให้นักเรียนได้รู้จักการลงการเรียนรู้และวิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนได้วิเคราะห์สังเคราะห์ด้วยวิธีการฝึกตั้งคำถามเพื่อมองเห็นแนวทางว่ารวบรวมข้อมูลอย่างไร
3. ชั้นทำนายหรือคาดคะเน คือ	3. ชั้นพยากรณ์และทดสอบ	3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป	3. ชั้นการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวทางสรุปปัญหา
4. ชั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์	4. ชั้นนำไปใช้	4. ชั้นขยายความรู้	4. ชั้นวิเคราะห์และประเมิน
-	-	5. ชั้นประเมินผล	-

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นขั้นตอนที่ใช้ในครั้งแรกของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสิ่งที่นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจและตอบคำถามให้กับตัวเองได้ คือ 1) ขั้นตอนในการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้มีอะไรบ้าง 2) วิธีการในการแสวงหาข้อมูลทำอย่างไรบ้าง 3) เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วทำอย่างไรต่อไป 4) นักเรียนจะนำความรู้ใหม่ที่ได้อะไรไปใช้ประโยชน์อย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูจัดสถานการณ์ กิจกรรม ปัญหา เรื่องที่น่าสนใจหรือเรื่องที่น่าสนใจตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ในกรณีที่ไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจจะให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน จากนั้นร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจง

รายละเอียดเรื่องที่จะต้องศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์รวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิม และมีแนวทางที่จะสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา

เป็นขั้นตอนของการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลต่างๆ อย่างเพียงพอสำหรับใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

คือการนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอที่ได้ ในรูปแบบต่างๆ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นขยายความรู้

เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นประเมินผล

เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากนั้นนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า

1. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1)ขั้นเตรียมความพร้อมและสร้างความสนใจ 2) ขั้นสังเกต 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นทดสอบ ทำนายและขยายความรู้ 5) ขั้นประเมินผล

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นและส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดขั้นสูง

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

ดังแสดงในผลการวิจัยต่อไปนี้

วัชร น้อยมี (2551: 136) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเรื่องการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมความพร้อมคือเป็นขั้นการเตรียมความพร้อมทางการเรียนให้กับผู้เรียน 2) ขั้นสังเกตเป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเรื่องราวที่น่าสนใจเพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและวิเคราะห์องค์ประกอบและธรรมชาติของปัญหาอย่างละเอียด 3) ขั้นอธิบายเป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบโดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของปัญหา 4) ขั้นทดสอบและทำนายผลคือเป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายปัญหาหรือข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้และพยากรณ์ผลหรือทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้นำไปสู่ข้อสรุป 5) ขั้นควบคุมและนำไปใช้คือขั้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำหลักการกฎเกณฑ์และวิธีการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเรื่องการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อ้อมฤดี แซ่มอบล (2553 : 117) ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหวนกความคิดหวนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสังเกต 2) ขั้นอธิบาย 3) ขั้นทำนายและทดสอบ 4) ขั้นนำไปใช้ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหวนกความคิดหวนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหวนกความคิดหวนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหวนกความคิดหวนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรัชย์ สาริพันธ์ (2553: 87-88) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องบทประยุกต์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น มีดังนี้ 1) ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) 5) ชั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นเรื่องบทประยุกต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นเรื่องบทประยุกต์มีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นเรื่องบทประยุกต์เป็นวิธีเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์รวมทั้งมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ในระดับมาก

ริกซ์ (Riggs , 1997: 3802-A) ได้ศึกษาถึงวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับเกรด 4 การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลที่มาจากหลายแหล่งเพื่อพิจารณางานของนักเรียนโดยใช้วิธีเรียนรู้แบบสืบเสาะค้นคว้าเลือกหัวข้อด้วยตนเองเครื่องมือที่ใช้ได้แก่การบันทึกเทปวีดิโอการจดบันทึกของนักเรียนและการสำรวจการเรียนรู้ของนักเรียนใช้แหล่งข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อสำรวจหัวข้อของตนเองจดบันทึกและสำรวจข้อมูลคร่าวๆจากการเขียนรายงานและการนำเสนองานในชั้นเรียนผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองโดยใช้กระบวนการสืบเสาะนักเรียนสามารถที่จะเลือกหัวข้อได้ด้วยตนเองและพัฒนาคำถามได้อย่างน่าสนใจและค้นคว้าคำถามเหล่านั้นเพื่อหาคำตอบได้

ทอมสัน (Thomson, 2009: 61-10B) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและการใช้ตัวแทนในการสืบสวนสอบสวนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัยศึกษาโดยการสังเกตจากครูและผู้เรียนจำนวน 2 ห้องเรียนในขณะที่มีการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัสสำหรับคณิตศาสตร์ในชีวิต โดยดูจากสภาพต่างๆไปของห้องเรียนและทักษะการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้การบันทึกเทปวีดิโอและสัมภาษณ์ครู 1 คนกับผู้เรียน 6 คนและศึกษาจากรายงานการทดลองของผู้เรียนผลจากการวิจัยพบว่าจุดมุ่งหมายของครูและเวลาเรียนมีผลต่อการพัฒนาการสืบสวนสอบสวนการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจของผู้เรียนผู้เรียนมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์บ่อยครั้งแต่ถ้ามีเวลาน้อยการเรียนจะดำเนินไปโดยการใช้คำถามและวิธีการของครูเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาหัวข้อต่างๆมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์น้อยผู้เรียนทั้งสองกลุ่มยังคงไว้ซึ่งกระบวนการของความคิดรวบยอดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และสามารถประยุกต์วิธีการได้และมีความมั่นใจที่จะบอกครูในเรื่องของความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

เฮเยอร์ (Heyer, 2005) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบสวน สอบสวนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบกลุ่ม 4 คน (Using Group of Four)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบกลุ่ม 4 คน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มย่อย 4 คนเป็นกลไกในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้ (Davidson, 1984: 21 - 45)

3.1 ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบกลุ่ม 4 คน (Using Group of Four)

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้จากปัจจัย 3 ประการด้วยกัน ดังนี้ (Davidson, 1984: 24 - 25) วุฒิภาวะของนักเรียน ประสิทธิภาพของนักเรียน และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของนักเรียน ดังนั้นครูจำเป็นต้องวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อระดับวุฒิภาวะของนักเรียน จัดประสิทธิภาพให้กับนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในชั้นเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต้องสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่มุ่งเน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และนำนักเรียนไปสู่กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยการมีเจตคติที่ดี และต้องนำทักษะต่างๆ ไปสู่การประยุกต์ใช้

การนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบกลุ่ม 4 คน (Using Group of Four) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนต้องมีการเตรียมการในเรื่องต่างๆ ดังนี้ (Davidson, 1984: 25 - 26)

1. สภาพกายภาพของห้องเรียน โดยการปรับปรุงโครงสร้างเกี่ยวกับการนั่งของนักเรียน โดยการให้นักเรียนเข้ากลุ่มและนั่งด้วยกันกลุ่มละ 4 คน และมีพื้นที่ว่างพอสำหรับการให้นักเรียนได้เคลื่อนย้ายในระหว่างทำกิจกรรม

2. การได้มาของสมาชิกในกลุ่มเกิดจากการรวมกลุ่มของนักเรียนเกิดจากการได้มาโดยการสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อทำงานที่ได้รับมอบหมาย โดยวิธีการใช้บัตรเพื่อรวมกลุ่มนักเรียน โดยสามารถที่เลือกใช้การเข้ากลุ่มด้วยวิธีการนี้ เพื่อขจัดปัญหาความยุ่งยากในการรวมกลุ่มของนักเรียน และการทำงานโดยกลุ่ม 4 คนนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงกลุ่มทุกสัปดาห์

3. สมาชิกภายในกลุ่มต้องตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของตนเอง 3 ประการ คือ

- 1) นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบในงานและพฤติกรรมของตนเอง
- 2) นักเรียนควรยินดีให้ความช่วยเหลือสมาชิกภายในกลุ่มเมื่อได้รับการร้องขอ
- และ 3) นักเรียนอาจขอความช่วยเหลือจากครูได้

ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มพบปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขกันเองได้ ซึ่งบทบาท 3 ประการนี้มีขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้มีการอธิบายและช่วยเหลือกันภายในกลุ่มในช่วงแรกของการลงมือทำงานกลุ่ม แล้วครูค่อยมีการให้ความรู้เพิ่มเติมในช่วงเวลาต่อมา

4. บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ (Davidson, 1984: 28 - 29) ควรแสดงบทบาทดังต่อไปนี้

- 4.1 เป็นผู้ให้ข้อมูล อธิบายมโนทัศน์หรือทักษะต่างๆ และเป็นผู้ให้ตัวอย่าง
- 4.2 ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูและนักเรียนร่วมชั้น
- 4.3 เป็นผู้นำไปสู่การเรียนการสอน โดยการเริ่มบทเรียน กำหนดเป้าหมายในการตอบสนอง และดูแลความเป็นระเบียบเรียบร้อยในชั้นเรียน
- 4.4 ให้ออกกำลังกายกับนักเรียนในการเผชิญกับปัญหา ค้นหากลยุทธ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวก โดยการพัฒนาให้นักเรียนมีลักษณะดังนี้

- 4.5.1 สนใจในการหาวิธีการแก้ปัญหา
- 4.5.2 เชื่อมมั่นในการที่จะลองใช้กลยุทธ์ต่างๆ ในการแก้ปัญหา
- 4.5.3 เต็มใจที่จะเสี่ยงกับการแก้ปัญหาไม่ว่าจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวในการแก้ปัญหานั้นๆ
- 4.5.4 สามารถยอมรับกับความผิดหวังที่อาจเกิดขึ้นจากการที่ไม่มีความรู้พอสำหรับการแก้ปัญหานั้นๆ

4.5.5 มีความตั้งใจที่จะสานต่อเมื่อพบว่ายังไม่สามารถแก้ปัญหานั้นๆ ได้โดยทันที

4.5.6 เข้าใจความแตกต่างระหว่างการไม่มีความรู้ในการหาคำตอบกับการยังไม่พบแนวทางการหาคำตอบสำหรับปัญหานั้นๆ

3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบกลุ่ม 4 คน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ นั้น สิ่งแรกที่นักเรียนต้องการคือ การมีความเข้าใจในสถานการณ์ของปัญหา จากนั้นหาทางในการแก้ปัญหา

และประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนค้นพบ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้ (Davidson, 1984: 29 - 32)

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ มีเทคนิคที่สำคัญ ดังนี้

1. นำเสนอหรือทบทวนมโนทัศน์ที่จำเป็น
2. นำเสนอปัญหาที่เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาที่ต้องจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ

เพื่อให้ นักเรียนลองแก้ปัญหา

3. นำเสนอปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
4. อภิปรายเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจว่าต้องการทำอะไร

บทนำนี้ทำกับนักเรียนทั้งชั้น โดยมุ่งเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งชั้น เพื่อให้แน่ใจว่า นักเรียนทุกคนเข้าใจว่า สิ่งที่นักเรียนคาดหวังคืออะไร จะมีประโยชน์มากถ้า นักเรียนมีการให้ตัวอย่างและทบทวนตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเหล่านั้น

ขั้นที่ 2 การสำรวจ

เป็นการนำปัญหาที่เสนอไว้ในขั้นที่ 1 มาเป็นจุดเริ่มต้นในขั้นสำรวจ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะร่วมมือกันช่วยกันหาแนวทางในการแก้ปัญหาและลงมือแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่ม

ในขั้นตอนนี้ ครูมีหน้าที่อยู่ 3 ประการ คือ

1. สังเกตการณ์มีปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกภายในกลุ่ม ฟังความคิดเห็น กลยุทธ์ที่นักเรียนใช้ และขั้นตอนการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในการสรุปบทเรียน

2. ให้ความช่วยเหลือนักเรียนเมื่อจำเป็นคือ เมื่อไม่มีสมาชิกภายในกลุ่มนั้นๆ แม้แต่คนเดียวแก้ปัญหาได้นั้นได้

3. จัดเตรียมกิจกรรมเสริมและให้กิจกรรมเสริมนี้สำหรับกลุ่มที่แก้ปัญหาเสร็จก่อนกลุ่มอื่นๆ

การให้ความช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มที่มีปัญหานั้น เป้าหมายของครูคือ เพื่อให้การทำงานของกลุ่มมีประสิทธิภาพและการทำงานที่เป็นอิสระของกลุ่ม ซึ่งสามารถของการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มไม่สามารถแก้ปัญหาได้เกิดมาจากความยากใน 2 ลักษณะ คือ

1. ความยากที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับตัวปัญหาที่มอบหมายให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งถ้า นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหานั้นมีสาเหตุมาจากความยากของตัวปัญหาที่มอบหมายให้ทำกิจกรรม โดย

1.1 นักเรียนใช้วิธีการที่ไม่ถูกต้องในการแก้ปัญหา ครูจำเป็นต้องช่วยแนะนำนักเรียนให้เริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่ และบอกให้นักเรียนรู้ว่าวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ ไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้อง โดยครูอาจช่วยโดยการยกตัวอย่างปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาเช่นเกี่ยวกับปัญหาที่มอบหมายให้แต่มีความง่ายกว่า เพื่อให้นักเรียนได้แก้ปัญหา เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจถึงวิธีการแก้ปัญหา นั้น เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับปัญหาที่กลุ่มได้รับมอบหมาย จากนั้นครูอธิบายโมทัศน์ที่จำเป็นอีกครั้ง พร้อมยกตัวอย่างปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิมอีกครั้งแล้วให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหา จากนั้นจึงให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย

1.2 นักเรียนใช้แนวคิดการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดบางประการในการแก้ปัญหา ครูต้องเข้าไปชี้ให้เห็นถึงจุดที่ผิดพลาดนั้น หรือ โดยการถามเพื่อให้นักเรียนบอกถึงที่มาของข้อสรุปนั้น เพื่อให้นักเรียนได้เห็นข้อผิดพลาด และแก้ไขจุดผิดพลาดนั้นให้ถูกต้อง

2. ความยากลำบากที่เกิดขึ้นเพราะการทำงานกลุ่ม หากนักเรียนกลุ่มใดเกิดความยากลำบากด้วยเหตุผลนี้ ครูต้องเข้าไปช่วยเหลือโดยการให้นักเรียนได้ตระหนักถึงการแสดงบทบาทของตนเองที่มีต่อกลุ่ม โดยการถามคำถามเหล่านี้กับนักเรียน เช่น

2.1 สิ่งที่นักเรียนควรทำคืออะไร

2.2 นักเรียนวางแผนที่จะดำเนินการในกลุ่มของตนเองอย่างไรบ้าง

2.3 นักเรียนต้องการวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นอะไรบ้าง

2.4 นักเรียนมีวิธีการรวบรวมข้อมูลและบันทึกข้อมูลอย่างไร

การถามคำถามเหล่านี้จะเป็นประโยชน์เพื่อเตือนนักเรียนได้มีแนวทางสำหรับการทำงานกลุ่มของตนเอง

ขั้นที่ 3 การสรุป

ในการสรุปบทเรียนมีเป้าหมายที่ต้องบรรลุอยู่ 3 เป้าหมาย คือ 1) ใช้กระบวนการกลุ่มในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการหาวิธีการหาคำตอบทั้งด้านกระบวนการและกลยุทธ์ 2) ใช้กระบวนการกลุ่มในการนำเสนอการแก้ปัญหา 3) มีการถ่ายทอดความรู้จากการแก้ปัญหา

คำถามต่อไปนี้เป็นสิ่งที่มีประโยชน์สำหรับใช้ในการสรุปกระบวนการต่างๆของนักเรียน ได้แก่

1. นักเรียนมีการจัดระบบการทำงานภายในกลุ่มอย่างไร

2. ความยากลำบากที่นักเรียนพบคืออะไร

3. วิธีการที่มีประสิทธิภาพของกลุ่มนักเรียนคืออะไร หรือ วิธีการที่ดีที่สุดที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้หรือไม่

สำหรับยุทธวิธีในการอภิปรายเพื่อแก้ปัญหาเป็นกลุ่มสามารถใช้ประโยชน์จากการถามคำถามต่อไปนี้

1. กลุ่มของนักเรียนใช้ยุทธวิธีอะไรในการแก้ปัญหา
2. มีกลุ่มไหนใช้วิธีการที่แตกต่างไปจากนี้บ้าง

ในตอนที่น่าเสนอการแก้ปัญหา มีการนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากกลุ่มของนักเรียน โดยกลุ่มควรจะนำเสนอผลงานของกลุ่มในแนวทางที่เป็นไปได้ โดยการถามว่า

1. นักเรียนตัดสินใจได้อย่างไรว่า ข้อค้นพบของนักเรียนเป็นสิ่งที่ถูกต้อง
2. นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบการแก้ปัญหของนักเรียนอย่างไร

การเชื่อมโยงการแก้ปัญหาไปสู่การขยายไปสู่สถานการณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง โดยการสำรวจความเชื่อมโยง สามารถสำรวจได้โดยการถามคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนเห็นแบบรูปหรือความสัมพันธ์อะไรจากการแก้ปัญหของนักเรียน
2. ปัญหานี้ทำให้นักเรียนนึกถึงปัญหาอื่นๆที่นักเรียนเคยแก้ปัญหไปแล้วหรือไม่
3. วิธีการที่นักเรียนได้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า

1. ในการจัดกลุ่มการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่จะจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยที่มีสมาชิกภายในกลุ่ม 4 – 5 คน
2. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ว่าจะใช้เทคนิคใดล้วนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น

ดังแสดงในผลการวิจัยต่อไปนี้

สุภชัย สุริยะกมล (2551: 90 - 91) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความรู้สึกเชิงจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ และวิธีการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้เทคนิค STAD ผลการวิจัยพบว่า วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค STAD เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงควรสนับสนุนให้ครูคณิตศาสตร์นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

หนึ่งฤทัย ชูแก้ว (2556: 110-111) ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ บทเรียนการ์ตูนร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD เรื่องคู่อันดับและกราฟ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีการจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน แล้วดำเนินการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) การนำเสนอ บทเรียน 2) การเรียนกลุ่มย่อย 3) การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา 4) การยกย่องและการยอมรับ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยโดยใช้บทเรียนการ์ตูนร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบ STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและนักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

กมลวรรณ ใจอารีย์ (2556: 95-96) ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วย วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่องปฏิกิริยาพันธู์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) นำเข้าสู่บทเรียน 2) สอน 3) ทำกิจกรรมกลุ่ม 4) สรุป บทเรียน และ 5) ประเมินผลการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้ แบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนที่ เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยนักเรียนสามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาในการสื่อสารได้ถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน

รัชณี ทาเหล็ก (2556: 59-62) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วย เทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่องเส้นขนาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีการจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) การจัดกลุ่มนักเรียน 2) การมอบหมายงาน 3) การศึกษาค้นคว้า 4) การถ่ายทอดความรู้ และ 5) การทดสอบความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการ จัดการการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

ประจบ แสงสีบบ (2556: 145- 146) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้กลวิธี STER เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 โดยมีการจัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้น เตรียม 2) ขั้นนำเสนอ บทเรียน 3) ขั้นกิจกรรมกลุ่ม 4) ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ และ 5) ขั้น สรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STER

ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STER ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากแนวคิดและหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนข้างต้นนำไปสู่การกำหนดแนวคิดและหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนของการวิจัย ดังนี้ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้เป็นกลุ่มที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง แล้วการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทั้งเป็นรายกลุ่ม รายคู่และรายบุคคล โดยมีลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้ 1) มีการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มๆละ 4 คนที่คละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ 2) ให้สถานการณ์/ปัญหา เป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน 3) นักเรียนร่วมกันสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำไปสู่สมโนทัศน์ใหม่ 4) นำมโนทัศน์ใหม่ที่ได้มาแก้ปัญหา โดยการแสดงออกในลักษณะต่างๆที่สอดคล้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน 4) ประเมินผลการเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยครูมีบทบาทดังต่อไปนี้ 1) จัดเตรียมสถานการณ์/ปัญหา และแหล่งข้อมูลสำหรับให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ 2) ทบทวนมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็น 3) สร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ 4) เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

หลักสูตรคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นพิมพ์เขียวในการจัดการเรียนรู้ของครูสำหรับจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน และเป็นตัวกำหนดคุณภาพของนักเรียนว่าจะออกมาในทิศทางใด หลักสูตรคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้อาศัยแนวคิดมาจากหลักสูตรคณิตศาสตร์ใน 3 ประเทศเป็นกรอบในการกำหนดทิศทางสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของประเทศไทย หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเป็นประเทศที่มีผลการประเมินในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับนานาชาติอยู่ในระดับต้นๆของประเทศในภูมิภาคอาเซียน และหลักสูตรคณิตศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศที่เต็มไปด้วยนักเรียนที่มีชื่อเสียงระดับโลก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ เป็นหลักสูตรที่ใช้แนวคิดหลักสูตรอิงมาตรฐาน โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานเป็นเป้าหมาย การวัดและประเมินผลที่สะท้อนมาตรฐานซึ่งหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 56 – 57)

1. จำนวนและการดำเนินการ มีสาระสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2. การวัด มีสาระสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับกรวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

3. เรขาคณิต มีสาระสำคัญเกี่ยวกับ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน

4. พีชคณิต มีสาระสำคัญเกี่ยวกับ แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มีสาระสำคัญเกี่ยวกับ การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีสาระสำคัญเกี่ยวกับ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

โดยมีการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาระดับประถม ผู้เรียนจะต้องมีคุณภาพ ดังนี้

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

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แขนง และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้

3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน

4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้

5. รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่างๆจากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่างๆได้

6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่างๆในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

หลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาของประเทศสิงคโปร์ (Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus, 2013)

หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษามีเป้าหมายคือ ต้องการให้นักเรียน 1) ได้รับแนวความคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะในการใช้ชีวิตประจำวัน และการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง 2) พัฒนาการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การประยุกต์ใช้ และทักษะอภิปัญญา ผ่านวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา และ3) สร้างความมั่นใจและส่งเสริมให้เกิดความสนใจในคณิตศาสตร์

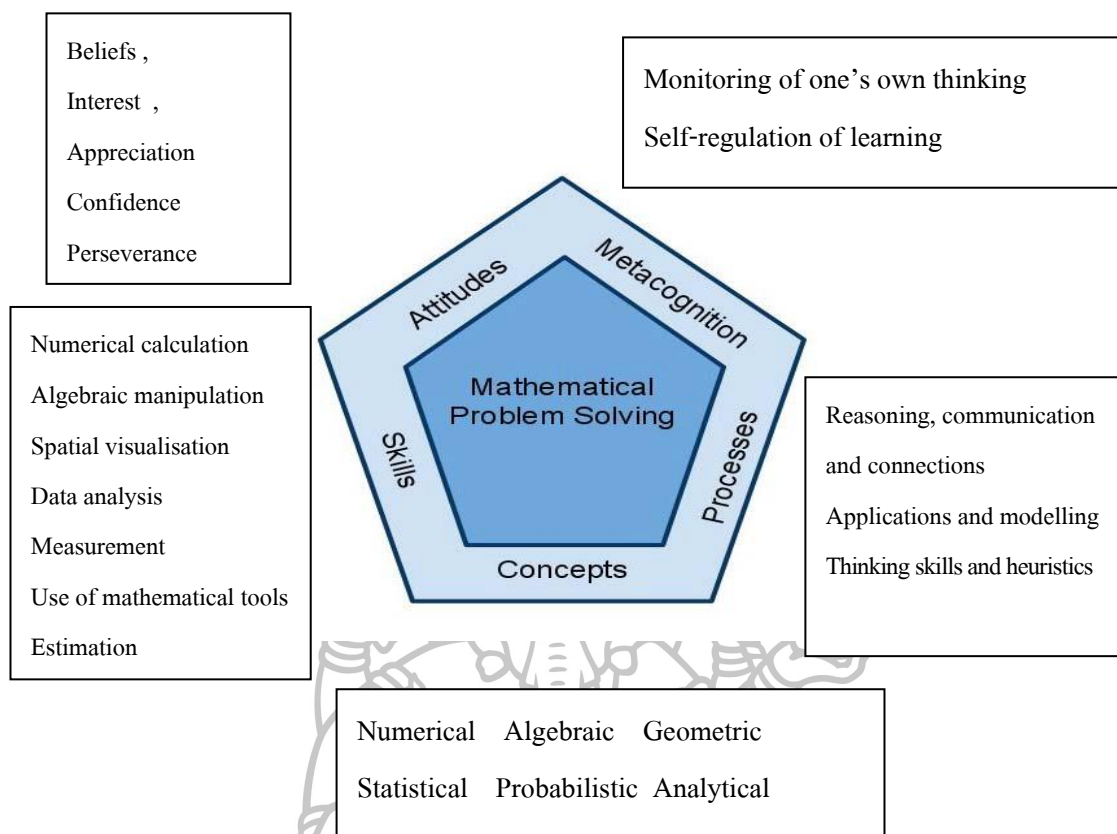
กรอบหลักสูตรคณิต

จุดเน้นสำคัญของกรอบหลักสูตร คือ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ การใช้คณิตศาสตร์นำไปสู่การแก้ปัญหา กรอบหลักสูตรเน้นการเข้าใจในสาระสำคัญ ความชำนาญในทักษะต่างๆ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และให้ความสำคัญกับเจตคติและการรู้คิด ทั้ง 5 องค์ประกอบนี้มีความเกี่ยวข้องกัน

ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นเป้าหมายหลักของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยองค์ประกอบที่จะนำไปสู่การประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 องค์ประกอบ คือ 1) องค์ประกอบด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวน พีชคณิต เรขาคณิต สถิติ ความน่าจะเป็นและการวิเคราะห์ข้อมูล 2) องค์ประกอบด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้เหตุผล การติดต่อสื่อสารและการเชื่อมโยง การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ ทักษะการคิดต่างๆและการวิเคราะห์พฤติกรรม 3) องค์ประกอบด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การคำนวณ การจัดการเกี่ยวกับพีชคณิต พื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูล การวัด การใช้เครื่องมือต่างๆทางคณิตศาสตร์ และการประมาณค่า 4) องค์ประกอบด้านความรู้คิด คือการควบคุมตนเองในการเรียนรู้ และการตรวจสอบความคิดของตนเอง 5) เจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับเรื่องความเชื่อ ความสนใจ ความชื่นชม ความมั่นใจ และความขยันหมั่นเพียรในการเรียนรู้ ดังแสดงดังแผนภาพที่ 4

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

ประสบการณ์เรียนรู้มุ่งเน้นไปที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้แต่ละหัวข้อ นอกจากนี้แล้วยังมีประสบการณ์เรียนรู้ทั่วไปที่มุ่งเน้นการพัฒนาคุณลักษณะการเรียนรู้ที่ดีและทักษะต่างๆ เช่นนักเรียนควรมีโอกาสที่จะจดบันทึกและจัดระเบียบข้อมูลให้มีความหมาย ฝึกทักษะขั้นพื้นฐานต่างๆทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดความชำนาญ ให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ แก้ปัญหาโดยใช้รายการวิเคราะห์ขั้นตอน(วิเคราะห์พฤติกรรม) อภิปราย อธิบายเพื่อสร้างความชัดเจนในแนวคิด ในการพัฒนาทักษะการใช้เหตุผล และทำโครงการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



แผนภาพที่ 4 กรอบแนวคิดของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์

ที่มา: Ministry of Education, Singapore, **Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus** (Singapore: the Ministry of Education, 2012), 14.

หลักการสอน

ในการสอนมีหลักการสอน 3 ประการคือ

หลักการที่ 1

การเรียนการสอนสำหรับการเรียนรู้ : การเรียนรู้สำหรับความเข้าใจ : ความเข้าใจ สำหรับการใช้เหตุผลและการนำไปใช้ และการแก้ปัญหาในที่สุด

การเรียนการสอนเป็นกระบวนการโต้ตอบที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ของนักเรียน ในกระบวนการนี้ ครูใช้ช่วงเวลาในกระบวนการเรียนการสอนและการมีส่วนร่วมกับนักเรียนในการเรียนรู้ นักเรียนให้ครูให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการวัดผล และครูจะให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียน และตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้

การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ควรเน้นที่ความเข้าใจ ความเข้าใจเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ขั้นลึกและความเชี่ยวชาญในการเรียนรู้ ความเข้าใจทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และนำคณิตศาสตร์ไปใช้การแก้ปัญหา การแก้ปัญหาคือหัวใจสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

หลักการที่ 2

การเรียนการสอนควรสร้างความรู้ให้กับนักเรียน ใช้ความสนใจและประสบการณ์ของนักเรียนให้เกิดความเข้าใจ และส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสะท้อนการเรียนรู้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลำดับขั้นตอน การไม่มีความรู้ความเข้าใจในตัวความรู้ที่มีมาก่อน จะเป็นรากฐานในการเรียนรู้ที่อ่อนแอและมีการเรียนรู้ที่ตื้น มันจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครูในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนที่จะแนะนำความรู้ใหม่และทักษะใหม่ๆ

ครูจำเป็นต้องตระหนักถึงในความสนใจและความสามารถของนักเรียน เพื่อพัฒนาภาระงานในการเรียนรู้ที่กระตุ้นและท้าทาย การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้และการสะท้อนผลการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และเป็นเจ้าของของการเรียนรู้

หลักการที่ 3

การเรียนการสอนควรเชื่อมต่อการเรียนรู้สู่โลกแห่งความเป็นจริง ใช้ประโยชน์จากเครื่องมือ ICT และเน้นความสามารถในศตวรรษที่ 21 มีการใช้งานทางคณิตศาสตร์หลายอย่างในโลกแห่งความเป็นจริง นักเรียนควรมีความเข้าใจและซาบซึ้งของการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ และการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ด้วยวิธีนี้นักเรียนจะเห็นความหมายและความเกี่ยวข้องของคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรนำ ICT มาช่วยในการเรียนรู้ เครื่องมือทาง ICT สามารถช่วยนักเรียนในการเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่าน visualisations แบบจำลอง และการนำเสนอ ครูสามารถสนับสนุน การสำรวจ การทดลองและการขยายขอบเขตของปัญหาให้เข้าถึงนักเรียนได้ ความสามารถในการใช้เครื่องมือ ICT เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในศตวรรษที่ 21 นอกจากนั้นแล้วสิ่งสำคัญอีกอย่างคือการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในศตวรรษที่ 21 การร่วมมือกันทำงาน และการคิดเชิงวิพากษ์เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของการเรียนการสอนแต่ละหน่วยมักเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมความพร้อม การลงมือเรียนรู้ การฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อม

ความพร้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนมีความสำคัญต่อการประสบความสำเร็จทางการเรียนรู้ของนักเรียน ในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้นี้ครูเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้ เรื่องที่ต้องพิจารณา คือ ความรู้ที่มีมาก่อน สร้างแรงจูงใจในบทเรียนที่จะเรียน และสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ลงมือเรียนรู้

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ ที่ครูจะใช้วิธีสอนเพื่อดึงดูดนักเรียนในการเรียนรู้แนวคิดและทักษะใหม่ วิธีสอน 3 วิธี เป็นหลักที่สนับสนุนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนมากที่สุด ตัวอย่างเช่น การเริ่มต้นบทเรียนด้วยการทำกิจกรรม ตามด้วยการสอบถามรายละเอียดโดยครู และจบลงด้วยการสอนโดยตรง

1. การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน(Activity-Based Learning)วิธีการนี้เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ วิธีสอนนี้มีประสิทธิภาพสำหรับการสอนแนวคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมและระดับที่ต่ำกว่ามัธยมศึกษา นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมโดยการสำรวจและเรียนรู้แนวคิดและทักษะต่างๆทางคณิตศาสตร์ ทั้งรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม นักเรียนสามารถใช้ทรัพยากรต่างๆในการสร้างการเรียนรู้ให้เกิดความหมายและความเข้าใจ จากสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมและประสบการณ์ นักเรียนคือผู้ชี้แนะให้เกิดการค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมและผลที่เกิดขึ้น

2. การเรียนรู้โดยครูเป็นผู้ชี้แนะในการเสาะแสวงหาความรู้ (Teacher-Directed Inquiry) วิธีการนี้เป็นวิธีการเรียนรู้โดยผ่านการแนะนำให้ไปสืบเสาะหาความรู้ แทนที่จะบอกคำตอบครูจะนำนักเรียนให้ไปสำรวจ ตรวจสอบ และหาคำตอบด้วยตนเอง นักเรียนเรียนรู้โดยมุ่งไปที่ คำถามและแนวคิดที่เฉพาะเจาะจง และส่งเสริมให้มีการสื่อสาร สำรวจและสะท้อนคำตอบของพวกเขา การเรียนรู้ของนักเรียนก่อให้เกิดการตั้งคำถาม การประมวลข้อมูลและหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา กระบวนการนี้ช่วยให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการศตวรรษที่ 21

3. การเรียนรู้ด้วยการสอนโดยตรง(Direct instruction)วิธีการนี้เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับการสอนที่ชัดเจน ครูแนะนำเข้าสู่บทเรียน อธิบายและสาธิตแนวคิดและทักษะใหม่ การสอนโดยตรงนี้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อนักเรียนบอกว่า พวกเขาต้องการเรียนรู้อะไรและอะไรที่พวกเขาต้องการที่จะทำได้อย่างชัดเจน วิธีการนี้ช่วยให้เน้นไปที่เป้าหมายของการเรียนรู้และบทบาทของรูปแบบการคิด ถือเป็นความสนใจของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ สิ่งเร้า เช่น วิดีโอ ภาพกราฟิก เนื้อหาที่

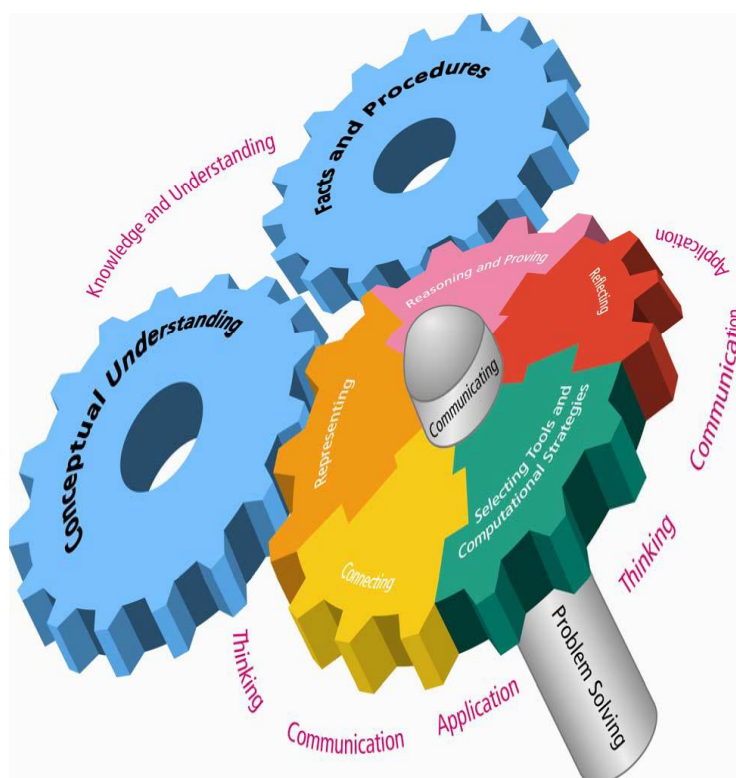
สัมพันธ์กับโลกแห่งความจริง หรือแม้แต่อารมณ์ขันช่วยในการรักษาความคงสภาพในการสนใจได้ในระดับสูง

ขั้นตอนที่ 3 การเรียนรู้

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการเรียนรู้ที่ครูช่วยให้นักเรียนได้รวบรวมและขยายผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยวิธีการสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน การสะท้อนความคิดเห็น และการขยายการเรียนรู้

หลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศแคนาดา

หลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศแคนาดา (The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005) ได้ให้ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นว่า การแก้ปัญหาถือว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนสามารถบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ได้ (The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005: 2) โดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหา และมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยทักษะกระบวนการด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving) จะเป็นแกนในการขับเคลื่อนให้เกิด การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and Proving) การสะท้อนภาพ (Reflecting) การเลือกใช้เครื่องมือและกลยุทธ์ในการคำนวณ (Selecting Tools and Computational Strategies) การเชื่อมโยง (Connecting) การแสดงเครื่องหมายแทน (Representing) และการติดต่อสื่อสาร (Communicating) โดยผู้เรียนต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการขับเคลื่อนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ และความเข้าใจ เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ขั้นตอนต่างๆ กระบวนการและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องละเอียดก่อน ดังแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ที่มา: The Ontario Curriculum, Mathematics, **The Ontario Curriculum Grades 1-8 Mathematics**,
accessed February 18, 2005. available from <https://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/.../math18curr>.

หลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา

ประเทศสหรัฐอเมริกาคำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาบังคับที่ต้องจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในทุกระดับชั้น โดยมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการสื่อสาร สามารถแก้ปัญหาได้และนำไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยี โดยมีสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM) เป็นผู้กำหนดทิศทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจุดประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21 คือ (NCTM, อ้างถึงใน โชติมา หนูพริก, 2553: 16)

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในความสามารถของตนเองที่จะทำคณิตศาสตร์
3. เพื่อให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหา
4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้
5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย เนื้อหาเรื่อง (NCTM, 2006: 4) จำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต การวัด สถิติและความน่าจะเป็น ทักษะกระบวนการที่ต้องมีการสอนควบคู่ไปกับเนื้อหา ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา (problem solving) 2) การให้เหตุผล (reasoning) 3) การเชื่อมโยง (connections) 4) การสื่อสาร (communication) และ 5) ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (conceptual understanding) ซึ่งทักษะเหล่านี้ต้องมีการพัฒนาไปพร้อมกัน และเกิดความคล่องแคล่วในการดำเนินการ

จากการศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ของทั้ง 4 ประเทศที่กล่าวมาแล้วเบื้องต้น นำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะร่วมกันในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. เนื้อหาที่มีการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง จำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต การวัด สถิติ และความน่าจะเป็น

2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 1. การแก้ปัญหา 2. การให้เหตุผล 3. การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4. การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ 5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

องค์ประกอบสำคัญในการจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง การบูรณาการสิ่งเหล่านี้เข้าด้วยกันจะส่งผลในการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณค่าต่อผู้เรียน และช่วยให้การจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น โดยผู้เกี่ยวข้องควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (กรมวิชาการ, 2545 : 27-28)

1. กระบวนการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้งวุฒิภาวะของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน มีความสามารถในการคิดในใจ ตลอดจนพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

2. การจัดเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ต้องคำนึงถึงความยากง่าย ความต่อเนื่อง และลำดับขั้นของเนื้อหา และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงลำดับขั้นของการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์จริง รวมทั้งปลูกฝังนิสัยให้รักในการศึกษา และแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่สมดุลทั้งสามด้าน คือ

3.1 ด้านความรู้ ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 5 สาระ ดังนี้

3.1.1 จำนวนและการดำเนินการ

3.1.2 การวัด

3.1.3 เรขาคณิต

3.1.4 พีชคณิต

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

3.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ/กระบวนการที่สำคัญ ดังนี้

3.2.1 การแก้ปัญหา

3.2.2 การให้เหตุผล

3.2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ

3.2.4 การเชื่อมโยง

3.2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ได้แก่

3.3.1 ตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

3.3.2 สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

4. การส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อการเรียนการสอน รวมทั้งอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรู้ทางคณิตศาสตร์พื้นฐานที่สำคัญและจำเป็น ทั้งนี้ควรให้การสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถดำเนินการวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนให้เป็นอย่างดี

5. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ ควรมีการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานและบุคคลทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์ เช่น สถานศึกษา โรงเรียน บ้าน สมาคม ชมรม ชุมชน ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ สวนคณิตศาสตร์ สร้างสรรค์ห้องกิจกรรมคณิตศาสตร์หรือห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ มุมคณิตศาสตร์ พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู อาจารย์ ศึกษานิเทศก์และภูมิปัญญาท้องถิ่น

องค์ประกอบสำคัญของการจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สถานศึกษาจำเป็นต้องตระหนักถึงความสำคัญ และควรนำองค์ประกอบเหล่านี้ไปสู่การปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และการพัฒนาผู้เรียนให้ค้นพบศักยภาพของตนเองในที่สุด

ลักษณะของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในทุกวิชา ในปัจจุบันการวัดและประเมินผลมุ่งเน้นในการให้การช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้และการควบคุมและกระตุ้นการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ซึ่งการประเมินผลนักเรียนสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ (ศูนย์บริการวิชาการ มศว, 2556: 49 – 54)

1. Assessment of learning เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนเมื่อครูผู้สอนดำเนินการเมื่อถึงปลายทางของการเรียนรู้ ซึ่งอาจเรียกอีกชื่อว่า การสอบปลายทางการเรียนรู้ (Summative test) การวัดและประเมินผลตามแนวคิดนี้จำเป็นต้องนำผลการประเมินไปเทียบเคียงกับเกณฑ์หรือบุคคลอื่นแล้วตัดสินผลการเรียนรู้หรือเพื่อเลื่อนระดับชั้น ซึ่งการประเมินในลักษณะนี้ ครูจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการวัดและประเมิน

2. Assessment for learning เป็นการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา ปรับปรุง ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องดำเนินการวัดและประเมินผลในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนการสอน (Formative test) เพื่อนำผลการวัดและประเมินไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผู้เรียนและปรับปรุงการสอนของตนเอง ดังนั้นในการวัดและประเมินผลตามลักษณะนี้ยังคงต้องเทียบเคียงกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแต่ละรายวิชา ซึ่งครูยังคงมีบทบาทสำคัญในการวัดและประเมิน

3. Assessment as learning เป็นการวัดและประเมินผลตนเอง ซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องประเมินผลตนเองเพื่อวิเคราะห์ความสามารถ จุดแข็ง และจุดอ่อนของตนเอง ในการเรียนรู้ ผลจากการประเมินในลักษณะนี้ส่งผลให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้และสามารถนำไปพัฒนาตนเองได้ดียิ่งขึ้น ผู้เรียนจะต้องเทียบเคียงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตนเองกำหนด กับมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งการประเมินในลักษณะนี้ผู้เรียนจะมีบทบาทสำคัญในการประเมิน

แนวคิดการวัดและประเมินผลที่กล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แนวคิดการวัดและประเมินผล

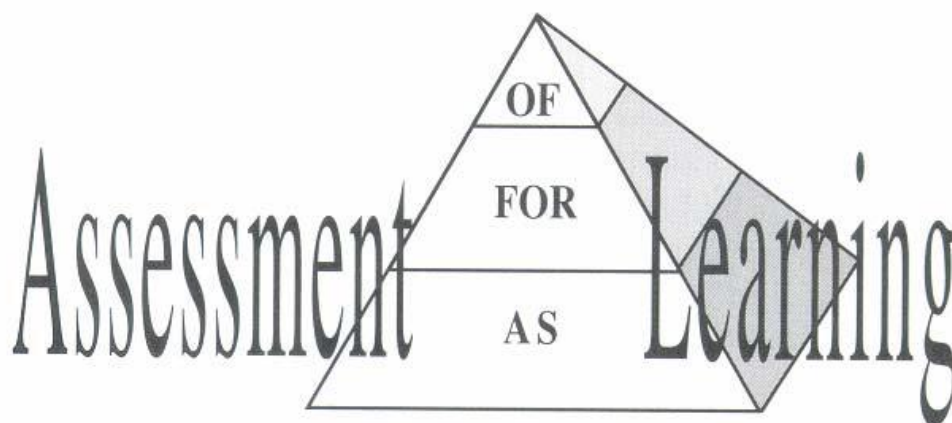
แนวคิดการประเมิน	เป้าหมายของการประเมิน	เป้าหมายของการนำผลการประเมินไปใช้	ผู้ประเมินหลัก
Assessment of learning	- การตัดสินผลการเรียนรู้ - การจัดลำดับการเรียนรู้ - การเลื่อนระดับการเรียนรู้	ใช้เทียบเคียงกับนักเรียน ทุกคน	ผู้สอน

ตารางที่ 4 แนวคิดการวัดและประเมินผล(ต่อ)

แนวคิดการประเมิน	เป้าหมายของการประเมิน	เป้าหมายของการนำผลการประเมินไปใช้	ผู้ประเมินหลัก
Assessment for learning	เป็นข้อมูลสำหรับครูในการตัดสินใจเลือกพัฒนาวิธีการสอนของตน	เทียบกับมาตรฐานที่กำหนด หรือ ตามความคาดหวังที่กำหนด	ผู้สอน
แนวคิดการประเมิน	เป้าหมายของการประเมิน	เป้าหมายของการนำผลการประเมินไปใช้	ผู้ประเมินหลัก
Assessment as learning	เป็นการกำกับตนเองในการเรียนรู้ และปรับปรุงพัฒนาตนเอง	เพื่อเป็นเป้าหมายของตนเองและมาตรฐานที่กำหนด	ผู้เรียน

ที่มา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ศูนย์บริการวิชาการ, เอกสารประกอบการอบรมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2557).

ซึ่งในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาซึ่งกระทำในระหว่างการเรียนการสอน (Assessment for learning) และการวัดและประเมินตนเอง (Assessment as learning) ดังแสดงดังแผนภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงประเภทของการประเมินผลการเรียนรู้

ที่มา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ศูนย์บริการวิชาการ, เอกสารประกอบการอบรมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2557).

วิธีการประเมินผลการเรียนรู้

วิธีการประเมินผลการเรียนรู้นั้นผู้สอนควรเลือกใช้วิธีการประเมินการเรียนรู้ที่หลากหลายและสอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชานั้นๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนความรู้ ความสามารถและศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งวิธีการประเมินผลการเรียนรู้มีดังต่อไปนี้ (ศูนย์บริการวิชาการ มศว, 2556: 67 – 70)

1. การสังเกตพฤติกรรม เป็นการเก็บข้อมูลจากการดูการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน โดยไม่เข้าไปขัดจังหวะการทำงานหรือการคิดของนักเรียน โดยอาจใช้เครื่องมือเหล่านี้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินค่า แบบตรวจสอบรายการ สมุดจดบันทึกเพื่อประเมินผู้เรียนตามตัวชี้วัด

2. การสอบปากเปล่า เป็นการให้นักเรียนได้แสดงออกด้วยการพูด ตอบประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัด

3. การพูดคุย เป็นการสื่อสาร 2 ทางระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยทั่วไปมักใช้อย่างไม่เป็นทางการเพื่อติดตามตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

4. การใช้คำถาม ซึ่งคำถามที่ส่งเสริมความคิดขั้นสูง ควรใช้คำถามในระดับวิเคราะห์ขึ้นไป ตามกรอบแนวคิดในการตั้งคำถาม ของ Bloom

5. การเขียนสะท้อนการเรียนรู้ (Journals) เป็นรูปแบบการบันทึกการเขียนที่ให้ผู้เรียนตอบกระทู้หรือคำถามของครูที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เป็นเป้าหมายของเรื่องนั้นๆ ซึ่งการเขียนสะท้อนการเรียนรู้นอกจากทำให้ผู้สอนทราบความก้าวหน้าในผลการเรียนรู้แล้ว ยังเป็นเครื่องมือประเมินพัฒนาการด้านทักษะการเขียนได้อีกด้วย

6. การประเมินการปฏิบัติ (Performance assessment) เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่มอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผลการพัฒนาของผู้เรียน การประเมินลักษณะนี้ผู้สอนต้องเตรียมสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ ภาระงาน(Task) หรือกิจกรรม และเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

7. การประเมินด้วยแฟ้มสะสมงาน (Portfolio assessment) เป็นการรวบรวมชิ้นงานของผู้เรียนเพื่อสะท้อนความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน

8. การวัดและการประเมินด้วยแบบทดสอบ เป็นการประเมินตัวชี้วัดด้านองค์ความรู้ ซึ่งผู้สอนควรเลือกใช้แบบทดสอบให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดและประเมินนั้นๆ โดยแบบทดสอบที่ใช้ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ มีความเที่ยงตรง (Validity) และเชื่อมั่นได้ (Reliability)

9. การประเมินด้านจิตพิสัย เป็นการประเมินคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะและเจตคติที่ควรปลูกฝังในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการวัดและประเมินผลด้านนี้ควรใช้การสังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติเป็นหลักสังเกตอย่างต่อเนื่อง โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินค่า แบบตรวจสอบรายการ แบบบันทึกพฤติกรรม แบบรายงานพฤติกรรมตนเอง

10. การประเมินสภาพจริง (Authentic assessment) ซึ่งเป็นการประเมินที่หลากหลาย ซึ่งใช้การประเมินการปฏิบัติ (Performance assessment) ร่วมกับการประเมินด้วยวิธีการอื่นๆ ภาระงานควรสะท้อนความจริงหรือใกล้เคียงชีวิตจริงมากที่สุดและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) ที่สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง

11. การประเมินตนเองของผู้เรียน (students self-assessment) เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการประเมินในลักษณะนี้ต้องมีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน มีเกณฑ์ที่บ่งบอกความสำเร็จของชิ้นงาน/ภาระงาน และมาตรการการปรับปรุงแก้ไขตนเอง

12. การประเมินโดยเพื่อน (Peer assessment) การประเมินลักษณะนี้เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เข้าถึงคุณลักษณะของงานที่มีคุณภาพ โดยผู้เรียนต้องมีความเข้าใจอย่างชัดเจนว่า ตนเองกำลังตรวจสอบอะไรในงานของเพื่อน หรือครูต้องอธิบายผลที่คาดหวังให้ผู้เรียนทราบก่อนลงมือประเมิน

การวัดและการประเมินผลการคิดขั้นสูง

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิดในระดับที่สูงกว่าขั้นต้น โดยมุ่งจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดระดับสูง เมื่อในการจัดการเรียนรู้มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านการคิดขั้นสูง ดังนั้นลักษณะของการประเมินผลการเรียนรู้จึงต้องออกแบบสำหรับการประเมินความคิดขั้นสูงของผู้เรียนด้วย โดยการคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดขั้นวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของบลูม รวมถึง การให้เหตุผลเชิงตรรกะ การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา การสร้างสรรค์และการคิดสร้างสรรค์ด้วย (Brookhart, 2010: 14)

หลักการพื้นฐานของการประเมินการคิดขั้นสูง

หลักการพื้นฐานของการประเมินการคิดขั้นสูง มีดังนี้ (Brookhart, 2010: 19 – 29)

1. ต้องระบุให้ชัดเจนและเที่ยงตรงว่า ต้องการประเมินอะไร
2. ออกแบบภาระงานและข้อทดสอบ ที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้หรือทักษะนั้นๆ

3. ระบุถึงร่องรอย/หลักฐานที่ใช้แสดงถึงระดับความสามารถด้านการคิดของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความรู้และทักษะนั้น

4. นำเสนอสื่อ อุปกรณ์ ภาพ ของจริง สถานการณ์ หรือปัญหาต่างๆเพื่อให้นักเรียนได้คือ

5. สื่อที่นำมาใช้ให้นักเรียนคิดขั้นสูงต้องเป็นสื่อที่นักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อนเพื่อจัดปัญหาการจำในเรื่องนั้นมาตอบ

6. ต้องมีความเข้าใจความแตกต่างระหว่างการประเมินในลักษณะของข้อคำถามที่ยาก แต่อยู่ในระดับการคิดขั้นต่ำ กับการยากอันเนื่องมาจากการประเมินการคิดขั้นสูง

กลยุทธ์ในการให้ข้อมูลย้อนกลับหรือการให้คะแนนภาระงานสำหรับการประเมินการคิดขั้นสูง

กลยุทธ์ที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินการคิดขั้นสูง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Brookhart, 2010: 30 – 37)

1. กลยุทธ์ในการประเมินการคิดขั้นสูงระหว่างเรียนสามารถทำได้โดยประเมินการสังเกต การอภิปราย ของนักเรียนที่ให้เหตุผลประกอบแนวคิดของตนเอง โดยวิธีการสนทนากับนักเรียน หรือ ให้นักเรียนได้เขียนสรุปสาระสำคัญในเรื่องนั้นๆ แต่ต้องอยู่บนพื้นฐานของเป้าหมายและเกณฑ์ในการเรียนรู้ของครูผู้สอน

2. กลยุทธ์ในการประเมินการคิดขั้นสูงเพื่อสรุปผลการเรียน ซึ่งวิธีการที่สามารถนำมาใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการประเมินการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้แก่

2.1 การถามคำถามที่สามารถตอบได้หลายแนวทาง (multiple-choice questions) ซึ่งผู้สอนควรออกแบบคำถามสำหรับการประเมินการคิดขั้นสูงอย่างแท้จริง

2.2 การเขียนตอบและการเขียนรายงานตนเอง (constructed-response and essay questions) โดยการสร้างคำถามต้องมีการออกแบบให้สอดคล้องกับระดับการคิดขั้นสูง และสร้างเกณฑ์การประเมินที่กะทัดรัด ง่ายต่อการนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินความสามารถของผู้เรียน เช่น

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมิน การเขียนตอบและการเขียนรายงานตนเอง

ระดับคุณภาพ	คำอธิบายลักษณะ
2	สมบูรณ์และชัดเจน คือ มีหลักฐานที่แสดงออกมาได้อย่างชัดเจนและสมเหตุสมผล
1	มีความสมบูรณ์และชัดเจนเพียงบางส่วน คือ มีหลักฐานที่แสดงออกมาถูกต้อง แต่ยังมีการให้เหตุผลยังไม่ชัดเจนหรือมีความชัดเจนเพียงบางส่วน
0	หลักฐานที่แสดงออกมาไม่แสดงให้เห็นถึงความสมเหตุสมผลของข้อสรุปที่ได้

2.3 การประเมินผลการปฏิบัติงาน (performance assessments) ซึ่งต้องสอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนดและแสดงให้เห็นถึงความสามารถของนักเรียนในทักษะนั้น

วิธีการประเมินความคิดขั้นสูงแต่ละประเภท

ความคิดขั้นสูงได้แก่ การคิดขั้นวิเคราะห์ การประเมินการคิดสร้างสรรค์ ตาม การให้เหตุผล การคิดตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา ซึ่งการคิดแต่ละประเภทมีวิธีการประเมินดังนี้ (Brookhart, 2010: 43 – 133)

1. การประเมินการคิดวิเคราะห์ ต้องให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อต่างๆ หรือถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวที่มีคำตอบที่แตกต่างกัน โดยมุ่งเน้นไปที่

1.1 ถามใจความหลักของเรื่องนั้นๆ(Focus on a question or main idea)เพื่อให้ นักเรียนได้ตอบว่าประเด็นหลัก หรือปัญหาของเรื่องหรือสถานการณ์นั้นคืออะไร โดยที่ครูต้องบอกเกณฑ์ที่จะใช้ประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ให้นักเรียนรู้เพื่อนักเรียนจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินและพัฒนาตนเอง

1.2 การวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง (analyze arguments or theses) คือการระบุสมมติฐานเบื้องต้น และนำเสนอเหตุผลอย่างมีตรรกะ หรือนำเสนอข้อโต้แย้ง หากความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ แล้วตัดสินใจในสิ่งที่เหมือนหรือแตกต่างกัน โดยการประเมินว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อโต้แย้งได้มากน้อยขนาดไหน ผู้สอนอาจให้คำถามต่อไปนี้

1.2.1 มีหลักฐานอะไรที่ใช้ในการสนับสนุนข้อโต้แย้งนั้น

1.2.2 มีหลักฐานอะไรที่ตรงกันข้ามกับข้อโต้แย้งนั้น

1.2.3 มีสมมติฐานที่จำเป็นอะไรที่ใช้เป็นหลักยึดในการแสดงว่าข้อโต้แย้งของนักเรียนถูกต้อง

1.2.4 มีส่วนใดบ้างที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งนั้น

1.2.5 เหตุผลเชิงตรรกะที่ใช้โต้แย้งคืออะไร

จากนั้นให้นักเรียนใช้เกณฑ์การให้คะแนน(Scoring Rubrics)ที่ครูใช้ประเมินนักเรียน มอบให้นักเรียนเพื่อใช้ประเมินตนเองในขณะที่ทำงาน โดยครูอาจเพิ่มโอกาสในการประเมินระหว่างเรียนโดยการวางแผนให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง ให้เพื่อนประเมิน หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยครูระหว่างที่นักเรียนทำงาน

1.3 การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง (compare and contrast) ซึ่งคำถามที่มีการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างเป็นการประเมินความคิดขั้นสูงที่นักเรียนจะต้องระบุเกณฑ์ในการจำแนกเอง แล้วให้นักเรียนระบุชุดข้อมูลลงตามเกณฑ์นั้น หรือบางครั้งครู

อาจช่วยนักเรียนโดยการให้แผนภาพ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์องค์ประกอบก่อน แล้วจึงให้นักเรียนลงมือทำงาน

2. การประเมินการประเมินค่า เป็นการสรุปและหาหลักฐานมาสนับสนุนผลการสรุปอย่างมีเหตุผล

3. การประเมินการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์หมายถึง การจัดวางหรือจัดระบบของสิ่งต่างๆ ให้ได้รูปแบบหรือแนวคิดใหม่ โดยมองไม่ที่ความสมเหตุสมผล การมีผลผลิต ซึ่งผลผลิตที่ได้ อาจเป็นสิ่งของทางกายภาพ หรือมโนทัศน์ในเรื่องใด และไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัว

สิ่งจำเป็นสำหรับการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน คือ

1. การให้ความสำคัญกับความรู้พื้นฐานที่ลึกซึ้ง และดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในสิ่งใหม่

2. เปิดใจยอมรับแนวคิดใหม่และกระตุ้นหรือรื้อฟื้น พยายามนำความคิดใหม่นั้นออกมา

3. ค้นหา วัสดุ/อุปกรณ์ สำหรับความคิดนั้นได้อย่างหลากหลายจากสื่อบุคคลและเหตุการณ์

4. มองหาวิธีการเพื่อจัดระบบความคิดในลักษณะที่แตกต่างกันมารวมเข้าด้วยกัน แล้วประเมินว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจ แปลกใหม่ และมีประโยชน์หรือไม่

5. ทดลองใช้และหาข้อผิดพลาดเมื่อเกิดความไม่แน่ใจว่าจะดำเนินการต่อไปอย่างไร โดยให้มองว่าความล้มเหลวเป็นเหมือนโอกาสในการเรียนรู้

การประเมินความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ ควรประเมินในลักษณะต่อไปนี้

1. ต้องมีผลผลิตของนักเรียนที่แสดงให้เห็นถึงความคิดใหม่หรือผลผลิตใหม่

2. อนุญาตให้นักเรียนเลือกทำภาระงานได้แต่อยู่ภายใต้เป้าหมายของการประเมินเรื่องนั้นๆ

3. ประเมินผลงานของนักเรียนกับเกณฑ์ที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุ โดยเกณฑ์ที่สร้างขึ้นต้องสอดคล้องกับโลกของการทำงานจริงที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ

4. การประเมินการให้เหตุผล รูปแบบการให้เหตุผลที่เป็นพื้นฐานสำคัญในโรงเรียน คือ การให้เหตุผลแบบ deduction และ induction

4.1 การให้เหตุผลแบบ deduction เป็นการให้เหตุผลโดยอาศัยจากหลักการไปสู่การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับหลักการ ซึ่งการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลลักษณะนี้ ควรเป็นลักษณะของการให้ข้อความ ซึ่งอาจใช้วิธีการประเมินโดยใช้แบบทดสอบ การเขียนรายงานตนเอง หรือการประเมินผลการปฏิบัติงาน ก็ได้

4.2 การให้เหตุผลแบบ induction เป็นการให้เหตุผลจากการศึกษาตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่างแล้วสรุปเป็นหลักการ ซึ่งการประเมินที่ต้องการรู้ว่าคุณเรียนสามารถประเมินโดยใช้วิธีการหาข้อสรุปแบบ induction ได้เพียงใด ควรให้สถานการณ์หรือ ข้อมูลบางอย่าง แล้วให้นักเรียนสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม จากข้อมูลและอธิบายว่า ทำไมข้อสรุปนั้นถูกต้อง

5. การประเมินการแก้ปัญหา

Bransford and Stein (1984) ได้จำแนก ขั้นตอนของการแก้ปัญหา ไว้ 5 ขั้นตอน เรียกว่า การแก้ปัญหา แบบ IDEAL ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Identify the problem)

ขั้นที่ 2 กำหนดและเขียนแสดงสัญลักษณ์ของปัญหา (Define and represent the problem)

ขั้นที่ 3 สำรวจกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Explore possible strategies)

ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามกลยุทธ์ (Act on the strategies)

ขั้นที่ 5 มองย้อนกลับและประเมินผลกระทบจากการกระทำ (Look back and evaluate the effects of your activities)

นักเรียนสามารถใช้ขั้นตอนนี้ในการแก้ปัญหา และช่วยให้ครูมอบหมายภาระงานในการแก้ปัญหา สำหรับใช้ในการเรียนการสอนและการประเมิน ได้อีกด้วย โดยการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา แบบ IDEAL ขั้นใดขั้นหนึ่งหรือทั้ง 5 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ระบุวิธีการในการแก้ปัญหา โดยการนำเสนอสถานการณ์ หรือปัญหา แล้วให้นักเรียนระบุสิ่งที่จำเป็นสำหรับแนวทางในการแก้ปัญหา หรือนำเสนอข้อความที่เป็นปัญหา และสอบถามนักเรียนเพื่อให้เกิดคำถามที่จำเป็นในการตอบคำถาม นักเรียนควรแสดงคำถามในรูปแบบของภาษาและมโนทัศน์ของวิธีที่ครูสอน

2. ระบุความเกี่ยวข้อง ในการประเมินว่านักเรียนมีความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา ให้นำเสนอสื่อที่มีลักษณะให้ตีความ และถามนักเรียนให้ระบุข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ครูต้องถามนักเรียนว่า ข้อมูลอะไรที่นักเรียนควรใช้และข้อมูลอะไรที่นักเรียนไม่ต้องใช้ พร้อมให้เหตุผลการประเมินว่านักเรียนมีความสามารถในการระบุความเกี่ยวข้องของปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ให้ครูมอบหมายงานแล้วให้นักเรียนทำเป็นขั้นตอน โดยขั้นแรกให้นักเรียนเลือกหรืออ่านหัวข้อที่เลือก เพื่อเขียนเป็นประโยคสั้นๆ และเขียนเป็นคำถาม จากนั้นถามนักเรียนว่าคำถามนั้นเป็นคำถามสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาใช่หรือไม่ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

เพียงพอและมีแนวโน้มจะนำไปใช้ได้หรือไม่ การที่ครูประเมินผลระหว่างทำกิจกรรมจะช่วยทำให้นักเรียนได้ผลผลิตสุดท้ายที่ดีขึ้น

3. ระบุงลยุทธ์ในการอธิบายและประเมินผลที่หลากหลาย กลยุทธ์ในการอธิบายที่แตกต่างกัน สามารถนำไปใช้ในการฝึกทักษะในการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง การจัดเรียงลำดับของความสำเร็จของกลยุทธ์ตามหลักเกณฑ์ ทั้งก่อนและหลังการแก้ปัญหา และการตัดสินใจเลือกกลยุทธ์ที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา เป็นสิ่งสำคัญในการคิดขั้นสูง การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน แสดงให้เห็นโดยการใช้ภาพ ไดอะแกรม หรือกราฟ แล้วถามนักเรียนให้อธิบายว่าทำไมจึงเลือกวิธีการที่แตกต่างกัน และให้นักเรียนทดลองแก้ปัญหาในวิธีการทั้งหมดที่ตนเองคิดได้

4. สร้างแบบจำลองของปัญหา ในการประเมินผลว่านักเรียนที่การสร้างแบบจำลองของปัญหาได้อย่างไร ทำได้โดยการให้นักเรียนวาดแผนภาพ หรือรูปภาพแสดงถึงสถานการณ์ของปัญหา แล้วประเมินนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการที่ดีที่สุดของนักเรียนที่เป็นตัวแทนของการแก้ปัญหา มีความสำคัญมากกว่าสอบถามว่าปัญหาแก้ได้ถูกต้อง การวาดภาพของปัญหาทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นถึงเส้นทางในการแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนอธิบายแนวทางแก้ปัญหานั้น ซึ่งนักเรียนและครูจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลองของปัญหาจากนักเรียนแต่ละคน

5. แยกแยะอุปสรรคหรือข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ ซึ่งการประเมินว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานี้มากน้อยเพียงใด ให้นำเสนอปัญหาที่สมบูรณ์นำไปสู่การแก้ปัญหาและถามเพื่อให้นักเรียนได้อธิบายว่า ปัญหานั้นทำไมจึงเป็นการยากในการทำงานให้สำเร็จ อุปสรรคคืออะไร และข้อมูลอะไรที่นักเรียนต้องการเพิ่มเติม เป็นการประเมินว่านักเรียนสามารถในการระบุอุปสรรคในการแก้ปัญหาได้หรือไม่

6. การมีเหตุผลในการใช้ข้อมูล ในการประเมินเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีเหตุผลในการใช้ข้อมูลอย่างไร ให้ครูนำเสนอข้อมูลที่ต้องมีการตีความ เช่น เรื่องราว กราฟ ตารางข้อมูล และปัญหาที่ต้องการใช้ข้อมูลจากสื่ออื่น แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาและอธิบายขั้นตอนที่นักเรียนใช้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหา

7. ใช้การเปรียบเทียบ เหตุผลที่ใช้การเปรียบเทียบเพราะต้องการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหานี้ไปสู่อื่นๆที่มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งปัญหานั้นจะต้องมีลักษณะที่ความเกี่ยวข้องกันทั้งตัวปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหา ในการประเมินเพื่อดูว่านักเรียนมีความสามารถในการเปรียบเทียบมากน้อยเพียงใด ให้ครูนำเสนอปัญหา 1 ปัญหาและกลยุทธ์ที่ถูกต้องในการแก้ปัญหานั้น 1 กลยุทธ์ แล้วให้นักเรียนถึงปัญหาอื่น ๆ ที่สามารถแก้ปัญหานั้นได้โดยการเปรียบเทียบกับปัญหาที่กำหนดให้และที่ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหานั้น

เหมือนกัน และให้อธิบายว่าทำไมจึงใช้วิธีแก้ปัญหานั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ การประเมินการเปรียบเทียบเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกลยุทธ์ในการแก้ปัญหานักเรียนกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาคำถามที่กำหนดให้ นักเรียนควรจะอธิบายความคล้ายคลึงกัน ในสถานการณ์ของปัญหาและความเกี่ยวข้องกันกับวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาว่ามีอย่างไร

8. การแก้ปัญหาแบบย้อนกลับ โดยการให้นักเรียนดูคำตอบแล้วหาว่ามีวิธีการใดที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นนำไปสู่คำตอบที่เฉลยไว้ จนในที่สุดนักเรียนก็จะสามารถแก้ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงโดยไม่ต้องไปดูคำตอบเหมือนครั้งแรก การประเมินเพื่อให้รู้ว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบย้อนกลับหรือไม่ ให้ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน มีหลายขั้นตอนในการคิด แล้วให้นักเรียนลงมือทำงานโดยการดูเฉลยไปสู่การวางแผนหรือหากกลยุทธ์ในการทำงานหรือแนวทางในการแก้ปัญหา

หลักการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 12 - 15)

1. การวัดและประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. การวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับคุณภาพของผู้เรียน ที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ และจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทั้งนี้ผู้สอนต้องกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผล เพื่อใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ และต้องแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือทางอ้อม เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงตนเอง

3. การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามสาระการเรียนรู้ที่จัดไว้ในหลักสูตรของสถานศึกษา โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้ง 3 ด้าน งานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

3.1 สาระในงานหรือกิจกรรมต้องใช้ในการเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง

3.2 ทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหามีหลายวิธี

3.3 เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน

3.4 งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดรูป

3.5 งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การวัดประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องช่วยให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหลากหลาย เช่น การมอบหมายงานให้ทำเป็นการบ้าน การเขียนแบบบันทึกทางคณิตศาสตร์ การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การทำโครงการ รวมทั้งการให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง และนำผลที่ได้ไปตรวจสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่กำหนดไว้

5. การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ และนำผลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งจะแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ระยะ ดังนี้

5.1 การวัดผลประเมินผลก่อนเรียน เป็นการประเมินผลที่กำหนดไว้ก่อนเริ่มต้นการสอนแต่ละหน่วยหรือแต่ละบทตามจุดมุ่งหมายการสอน

5.2 การวัดและประเมินผลระหว่างเรียน หรือการวัดผลประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เป็นการวัดผลประเมินผลความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้สำหรับการเรียนรู้แต่ละบทหรือแต่ละหน่วย

5.3 การวัดและประเมินผลหลังเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้สรุปผลการเรียนรู้ หรือเป็นการวัดผลประเมินผลแบบสรุปรวบยอดหลังจากจบหน่วยการเรียน / ภาคการศึกษา / ปีการศึกษา

ผลจากการศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์นำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้ 1) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีมาตรฐานและตัวชี้วัดเป็นเป้าหมายในการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจในการจัดการเรียนการสอน โดยมีทักษะด้านการให้เหตุผล การเชื่อมโยงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอเป็นฐานเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา 2) หลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ เน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจ

ในเรื่องที่เรียน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างความรู้โดยใช้ประสบการณ์ของนักเรียนเป็นฐานเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสะท้อนการเรียนรู้ และการเรียนรู้ควรเชื่อมโยงสู่โลกแห่งความเป็นจริง 3) ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วย การเตรียมความพร้อม ด้านความรู้ที่มีมาก่อน การสร้างแรงจูงใจในการเรียนและการจัดบรรยากาศในห้องเรียน ขั้นลงมือเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนเรียนรู้จากการทำกิจกรรม จากนั้นครูชี้ให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ จากนั้นครูใช้การสอนโดยตรง 4) ลักษณะของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาและการปรับปรุงการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลตนเอง โดยใช้วิธีการประเมินจากการปฏิบัติ การเขียนสะท้อนการเรียนรู้ การประเมินตามสภาพจริง และการประเมินโดยใช้แบบทดสอบ ซึ่งจะมีระยะการประเมินประกอบด้วย ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

แนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หากนักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดๆแล้ว ย่อมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนั้น คำว่า มโนทัศน์ มาจากภาษาอังกฤษว่า Concept ซึ่งนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้ชื่อภาษาไทยไว้แตกต่างกัน เช่น สังกัป มโนทัศน์ มโนภาพ มโนคติ และความคิดรวบยอด สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า มโนทัศน์ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากการสังเคราะห์การให้ความหมายของนักการศึกษาหลายท่าน สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ ความคิดสำคัญ หรือความเข้าใจของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ จนนำไปสู่การได้ข้อสรุปที่เป็นสาระสำคัญของเรื่องนั้น และสามารถแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่างหรือไม่ใช้ตัวอย่างของความคิดสำคัญนั้น และสามารถนำความคิดสำคัญที่ได้ไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง (Cooney, Davis and Henderson, 1975: 85, Bell, 1981: 108; Good, 1995: 118; อัมพร ม้าคะนอง, 2547: 5; ปุณฺณนุช กุลเพชร, 2552: 9)

ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ ซึ่งเป็นการกล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์โดยภาพรวม โดยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็คือว่า เป็นส่วนหนึ่งของมโนทัศน์ในภาพรวม ดังนั้นความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็สามารถสะท้อนได้จากความสำคัญของมโนทัศน์ในภาพรวมได้ดังนี้ (Desses, 1958, อ้างถึงใน ชมพูนุช วนสันเทียะ, 2552: 18; Russell, 1965: 69; De Cecco, 1968: 397-400; Ausubel, 1968; Snyder, 1968: 8; สันติ อธิพิณนาวากุล, 2550: 21; ปุณฺณนุช กุลเพชร, 2552: 15)

1. มโนทัศน์เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ การที่มนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับมโนทัศน์เป็นสำคัญ
2. มโนทัศน์เป็นพื้นฐานของทักษะต่อไปที่จะเกิดขึ้น จนนำไปสู่ความสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้
3. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมหรือสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่มากมาย เนื่องจากใช้มโนทัศน์เป็นสิ่งที่แบ่งประเภทของสิ่งต่างๆ ออกเป็นกลุ่มๆ ทำให้ตอบสนองหรือสื่อความหมายกันง่ายขึ้น
4. ทำให้รู้จักสิ่งต่างๆ จากการนำมโนทัศน์ที่มีไปใช้เทียบเคียงเพื่อทำความรู้จักกับสิ่งต่างๆ
5. ช่วยลดความจำเป็นที่จะต้องเรียนลงมา เมื่อเรียนรู้ครั้งหนึ่งแล้วก็นำไปใช้ต่อไปได้เรื่อยๆ โดยไม่ต้องเรียนซ้ำ
6. เป็นหลักการในการช่วยแก้ปัญหา เนื่องจากการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางสามารถทำให้สิ่งเร้าที่เป็นปัญหาสามารถจัดเข้ากลุ่มได้ถูกต้อง ซึ่งเท่ากับแก้ปัญหาได้ดี
7. ช่วยในการเรียนการสอน เพราะนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีจะต้องมีมโนทัศน์อย่างถูกต้องและเพียงพอ โดยเฉพาะในการศึกษาที่สูงๆ ต่ำๆ เชื่อกันว่าจะต้องมีมโนทัศน์ในสิ่งที่เป็นนามธรรมมากขึ้นเท่านั้น
8. มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องไม่กว้างขวางพอเป็นเหตุให้เกิดความเชื่อที่ผิด ดังนั้นครูจึงมีหน้าที่ศึกษาถึงสาเหตุและดำเนินการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน
9. มโนทัศน์เป็นเครื่องกรองเพื่อนำไปสู่การแสดงออกของพฤติกรรมมนุษย์ด้านต่างๆ เช่น การคิด การสื่อความหมาย การแก้ปัญหา การตัดสินใจ
10. การมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในเรื่องต่างๆ ที่เรียนรู้เป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนรู้ เพราะความคิดหาเหตุผลเพื่อแก้ปัญหาใดๆ ต้องอาศัยการมีมโนทัศน์ในสิ่งนั้นๆ เป็นพื้นฐาน การเข้าใจนามธรรมทางภาษาของมนุษย์หรือสัญลักษณ์ทางภาษา ตลอดจนการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมก็ต้องอาศัย มโนทัศน์เช่นกัน

ประเภทของมโนทัศน์

มโนทัศน์สามารถแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้ (Bruner, Goodnow and Austin, 1957: 41-43; De Cecco and Crawford, 1974: 231-293)

1. มโนทัศน์ร่วมลักษณะ (Conjunctive Concept) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมกันของลักษณะเฉพาะ (Attributes) ตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป
2. มโนทัศน์แยกลักษณะ (Disjunctive Concept) คือ มโนทัศน์ที่สามารถใช้ได้ตั้งแต่สองความหมายขึ้นไป จะหมายถึงอะไรก็ขึ้นอยู่กับบริบทและการตัดสินใจของผู้เลือก
3. มโนทัศน์ชนิดสัมพันธ์ (Relational Concept) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะ (Attribute) ของมโนทัศน์

กระบวนการสร้างมโนทัศน์

การสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีลำดับขั้นดังนี้ (Guilford, 1952: 43; Podell, 1958: 1-20; McDonald, 1959: 105; De Cecco, 1968: 394-396; Asubel, 1968: 517; Bolton, 1977: 10)

1. นำสิ่งเร้ามากระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงการรู้จัก
2. ให้นักเรียนได้สัมผัสและสังเกต โดยใช้วิธีสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง สัมผัสสิ่งเร้าเหล่านั้น
3. การรับรู้ เมื่อผู้เรียนได้สัมผัสในสิ่งเร้าแล้ว ย่อมมีการแปลความหมายของสิ่งที่สัมผัสนั้น เพื่อจะให้เกิดการรับรู้ในสิ่งที่นักเรียนได้สัมผัสและสังเกต
4. การจำ หลังจากผู้เรียนได้สัมผัสและสังเกตสิ่งเร้าแล้วย่อมจะจำสิ่งเร้าเหล่านั้นได้ว่ามีลักษณะอย่างไร
5. การคิดหาเหตุผล หรือการแยกแยะ โดยการที่นักเรียนต้องทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อคิดหาเหตุผล/แยกแยะ เกี่ยวกับสิ่งเร้าเหล่านั้นว่าอะไร ทำไมและอย่างไร เพื่อค้นหา มโนทัศน์ของเรื่องนั้น โดยที่นักเรียนคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้าเหล่านั้น
6. สร้างสมมติฐานที่เกี่ยวกับการรวมลักษณะของสิ่งเร้าที่เหมือนกัน
7. ทดสอบสมมติฐานมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง
8. เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการร่วมกันได้
9. จัดลักษณะของสิ่งเร้าที่คัดเลือกได้จากสมมติฐานให้สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างของความคิด

10. การสรุปอ้างอิง หรือการสรุปครอบคลุม คือการสรุปความหมายมโนทัศน์ที่รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังสมาชิกภายในกลุ่ม

11. คิดหาสัญลักษณ์ที่เหมาะสมใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ใหม่

จากกระบวนการสร้างมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้นนำไปสู่กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สำหรับการวิจัย คือ 1) การนำเสนอสิ่งเร้าให้นักเรียนได้รู้จัก 2) จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะต่างๆกับสิ่งเร้า นั้น 3) ให้นักเรียนระบุสิ่งที่รับรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้า นั้นๆ 4) ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลหรือแยกแยะสิ่งที่ได้รับรู้จากสิ่งเร้า จนนำไปสู่การคาดการณ์ถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้า นั้น 5) สร้างสมมติฐานที่เกี่ยวกับการรวมลักษณะของสิ่งเร้า ที่เหมือนกัน 6) ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง 7) เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้า ที่มีลักษณะบางประการร่วมกันได้ 8) จัดลักษณะของสิ่งเร้า ที่คัดเลือกได้จากสมมติฐานให้สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างของความคิด 9) การสรุปอ้างอิง หรือการสรุปครอบคลุม โดยการสรุปเป็นมโนทัศน์ที่ได้ 10) คิดหาสัญลักษณ์ที่เหมาะสมใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ใหม่

วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้เสนอวิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ไว้หลายท่านซึ่งวิธีการที่นำเสนอเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทุกวิชาที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดมโนทัศน์ในเรื่องต่างๆ ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์ก็เป็นวิชาหนึ่งที่ต้องใช้การสร้างมโนทัศน์ในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยวิธีการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ในการเรียนรู้ สามารถดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ดังนี้ (De Cecco, 1968: 402-416; Joyce and Weil, 1996: 161-178; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2531: 28; นवलจิตต์ เขาวีร์ดิพงษ์, 2537: 58-60)

1. กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนว่าต้องการให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายใด และการบรรลุเป้าหมายนั้นมีมโนทัศน์อะไรบ้างที่นักเรียนต้องรู้

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนว่า ได้แก่มโนทัศน์ใด และในมโนทัศน์นั้นมีคุณลักษณะอย่างไร หากมโนทัศน์นั้นมีคุณลักษณะหลายลักษณะ ครูควรลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นให้เหลือแต่ลักษณะเด่นและสำคัญ และจัดหมวดหมู่เพื่อให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น

3. ครูจัดเตรียมข้อมูล หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของมโนทัศน์นั้นๆ ให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. ให้นักเรียนได้ลงมือศึกษา ค้นคว้า จากข้อมูลข้อมูล หรือสถานการณ์ที่จัดเตรียมไว้ เพื่อเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการตั้งปัญหาเป็นจุดเริ่มต้น ให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การค้นหาคำตอบกับการเรียนรู้มนทัศน์นั้นในที่สุด

5. ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่ศึกษาและเขียนรายงานสิ่งที่สังเกตเห็น หรืออาจใช้วิธีอื่นๆ โดยสิ่งที่นักเรียนต้องได้ในขั้นตอนนี้ คือ รายการของสิ่งต่างๆที่ใช้ตัวแทนของมนทัศน์ในเรื่องนั้น และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวแทนลักษณะของมนทัศน์นั้น

6. ให้นักเรียนบอกลักษณะเฉพาะที่เป็นตัวแทนของมนทัศน์นั้น

7. ให้นักเรียนสรุปและลองให้คำจำกัดความของ มนทัศน์ที่เรียนรู้ แล้วครูมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงแก้ไขมนทัศน์นั้น และให้การเสริมแรง

8. ให้นักเรียนสรุปมนทัศน์ในเรื่องที่เรียนรู้โดยใช้ภาษาของตนเอง พร้อมทั้งมีตัวอย่างประกอบมนทัศน์นั้น โดยใช้วิธีการนำเสนอข้อสรุปที่หลากหลาย

9. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่นักเรียนใช้ในการหาข้อสรุปของมนทัศน์ในเรื่องนั้นๆ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง

10. การประยุกต์ใช้มนทัศน์โดยนำข้อสรุปที่ได้มาใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์อื่นๆและฝึกตั้งสมมติฐานอธิบายให้เหตุผลและข้อมูลสนับสนุนการทำนายและสมมติฐานของตนและพิสูจน์ ทดสอบ การทำนายและสมมติฐานของตน

โดยในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการสร้างมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น

มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6

มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมนทัศน์ไว้โดยสรุป ดังนี้ (สสวท, 2551: 42 - 286; สสวท, 2554: 35 - 270; สสวท, 2556: 33 - 259)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วยมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยมนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 8 เรื่อง ได้แก่

1) จำนวนนับที่มากกว่า 100,000 2) การบวกและการลบ 3) การคูณ 4) การหาร 5) การบวก ลบ คูณ หารระคน 6) เศษส่วน 7) ทศนิยม และ 8) บทประยุกต์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยมนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 6 เรื่อง 1) จำนวนนับและการบวก การลบ การคูณ การหาร 2) เศษส่วน 3) การบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วน 4) ทศนิยม 5) การบวก การลบ และการคูณทศนิยม 6) บทประยุกต์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 6 เรื่อง 1)จำนวนนับและการบวก การลบ การคูณ การหาร 2)ตัวประกอบและจำนวนนับ 3)เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ และการหาร 4)ทศนิยม 5)การบวก การลบ การคูณและการหารทศนิยม 6)บทประยุกต์

สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต เป็นสาระที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาที่มีความเกี่ยวเนื่องกันเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกัน ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 5 เรื่อง ได้แก่ 1)เรขาคณิต 2) การวัด 3) พื้นที่ 4)เงิน 5) เวลา

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 6 เรื่อง 1)มุม 2)เส้นขนาน 3)รูปสี่เหลี่ยม 4)รูปสามเหลี่ยม 5)รูปวงกลม 6)รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 4 เรื่อง 1)เส้นขนาน 2)รูปสี่เหลี่ยม 3)รูปวงกลม 4)รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 5) ทิศ แผนที่และแผนผัง

สาระที่ 4 พืชคณิต ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 1 เรื่อง 1) สมการและการแก้สมการ

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 1 เรื่อง ได้แก่ 1) แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และตาราง

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 1 เรื่อง 1)สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา 1 เรื่อง 1) สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

โดยมีรายละเอียดของมโนทัศน์แต่ละเรื่อง ดังแสดงในตารางที่ 6 ถึง 9

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
จำนวนนับ	<p>จำนวนนับที่มากกว่า 100,000</p> <p>1. จำนวนนับที่เขียนแทนด้วยตัวเลขที่มีหกหลัก ตัวเลขทางซ้ายมือของหลักหมื่นอยู่ในหลักแสน</p> <p>2. จำนวนนับที่เขียนแทนด้วยตัวเลขที่มีเจ็ดหลัก ตัวเลขทางซ้ายมือของหลักแสนอยู่ในหลักล้าน</p> <p>3. จำนวนนับที่เขียนแทนด้วยตัวเลขมากกว่าเจ็ดหลัก ตัวเลขทางซ้ายมือของหลักล้าน เรียงตามลำดับจากขวาไปซ้าย อยู่ในหลักสิบล้าน ร้อยล้าน พันล้าน ...</p> <p>4. การเขียนแสดงจำนวนนับใดๆในรูปกระจาย เป็นการเขียนในรูปการบวกค่าของตัวเลขในหลักต่างๆของจำนวนนั้น</p> <p>5. จำนวนสองจำนวนเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเท่ากัน มากกว่ากัน หรือน้อยกว่ากันอย่างไรอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น</p> <p>6. แบบรูปของจำนวนเป็นชุดของจำนวนที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่ง</p>	<p>จำนวนนับและการบวก การลบ การคูณ การหาร</p> <p>1. ในการเขียนตัวเลขแสดงจำนวนใดๆในระบบตัวเลขฮินดูอารบิก ใช้สัญลักษณ์เพียง</p> <p>สิบตัว คือ 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 เรียกสัญลักษณ์สิบตัวนี้ว่า เลขโดด เลขโดดเหล่านี้จะใช้แสดงจำนวนใดขึ้นอยู่กับค่าประจำหลักของหลักเลขที่เลขโดดเหล่านั้นอยู่</p> <p>2. หลักของตัวเลขเรียงจากขวาไปซ้ายจากหลักที่มีค่าประจำหลักน้อยไปหาหลักที่มีค่าประจำหลักมาก ได้แก่ หลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย หลักพัน หลักหมื่น หลักแสน หลักล้าน หลักสิบล้าน หลักร้อยล้าน</p> <p>3. ค่าประจำหลักของหลักที่อยู่ทางซ้ายมือเป็นสิบเท่าของค่าประจำหลักของหลักที่อยู่ถัดไปทางขวา</p> <p>4. เลขโดดในหลักต่างๆ มีค่าตามค่าประจำหลัก เช่น 5 ในหลักล้าน มีค่า ห้าล้าน</p>	<p>จำนวนนับและการบวก การลบ การคูณ การหาร</p> <p>1. การหาค่าประมาณของจำนวนนับเป็นจำนวนเต็มของหลักต่างๆ เป็นการหาจำนวน</p> <p>เต็มที่ใกล้เคียงจำนวนเต็มที่ต้องการประมาณ เพื่อสะดวกในการคำนวณหรือนำไปใช้</p> <p>2. จำนวนสองจำนวนที่นำมาบวกกันสามารถสลับที่กันได้โดยที่ผลบวกยังคงเท่ากัน สมบัตินี้เรียกว่า สมบัติการสลับที่ของการบวก</p> <p>3. จำนวนสองจำนวนที่นำมาคูณกัน สามารถสลับที่กันได้โดยที่ผลคูณยังคงเท่ากัน สมบัตินี้เรียกว่า สมบัติการสลับที่ของการคูณ</p> <p>4. จำนวนสามจำนวนที่นำมาบวกกัน จะบวกจำนวนที่หนึ่งกับจำนวนที่สอง หรือจะบวกจำนวนที่สองกับจำนวนที่สามก่อน แล้วจึงบวกจำนวนที่เหลือ ผลบวกย่อมเท่ากัน สมบัตินี้เรียกว่า สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการบวก</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
	<p>การบวกและการลบ</p> <p>1. การบวกจำนวนมากกว่าสองจำนวนให้บวกทีละสองจำนวน</p> <p>2. การลบมีความสัมพันธ์กับการบวก กล่าวคือ ผลลบของจำนวนสองจำนวนใดๆเมื่อบวกกับตัวลบ จะได้เท่ากับตัวตั้ง</p> <p>การคูณ</p> <p>1. การคูณจำนวนที่มีหนึ่งหลักกับจำนวนที่มีหลายหลัก อาจทำได้โดยคูณจำนวนในหลักหน่วยก่อน แล้วจึงคูณจำนวนในหลักถัดไปทางซ้ายมือตามลำดับ</p> <p>2. ถ้าผลคูณในแต่ละหลักเป็นจำนวนที่มีสองหลัก ให้ทดจำนวนที่ครบสิบไปหลักถัดไปทางซ้ายมือ</p>	<p>5. การเขียนตัวเลขแสดงจำนวนนับใดๆในรูปกระจาย เป็นการเขียนในรูปการบวกค่าของเลขโดดในหลักต่างๆของจำนวนนั้น</p> <p>6. การเรียงลำดับจำนวนหลายๆจำนวน ทำได้โดยการเปรียบเทียบจำนวนทีละคู่ แล้วเรียงลำดับจากน้อยไปมาก หรือ จากมากไปน้อย</p> <p>7. การหาค่าประมาณของจำนวนเป็นจำนวนเต็มของหลักต่างๆ เป็นการหาจำนวนเต็มที่ใกล้เคียงจำนวนที่ต้องการประมาณ เพื่อสะดวกในการคำนวณ หรือนำไปใช้</p> <p>8. การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนที่มากกว่าสามหลัก ใช้หลักการเดียวกับ การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนสองหลักและสามหลัก</p>	<p>5. จำนวนสามจำนวนที่นำมาคูณกัน จะคูณจำนวนที่หนึ่งกับจำนวนที่สอง หรือ จำนวนที่สองกับจำนวนที่สามก่อน แล้วจึงคูณจำนวนที่เหลือ ผลคูณย่อมเท่ากัน สมบัตินี้เรียกว่า สมบัติการเปลี่ยนหมู่ของการคูณ</p> <p>6. การคูณจำนวนที่หนึ่งกับผลบวกของจำนวนที่สอง กับจำนวนที่สาม จะได้ผลลัพธ์เท่ากับผลคูณของจำนวนที่หนึ่งกับจำนวนที่สอง บวกกับผลคูณของจำนวนที่หนึ่งกับจำนวนที่สาม สมบัตินี้เรียกว่า สมบัติการแจกแจง</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
	<p>3. การคูณจำนวนที่มีหลายหลักสองจำนวน อาจอาศัยการกระจายจำนวนหนึ่งตามค่าประจำหลัก แล้วนำจำนวนในแต่ละหลักไปคูณกับอีกจำนวนหนึ่ง จากนั้นจึงนำผลคูณที่ได้มาบวกกัน</p> <p>การหาร</p> <p>1. การหาร ตัวตั้ง ตัวหาร ผลหาร และเศษ มีความสัมพันธ์กัน ดังนี้ $\text{ตัวตั้ง} = (\text{ตัวหาร} \times \text{ผลหาร}) + \text{เศษ}$</p> <p>2. การหารเมื่อ เศษเป็นศูนย์ เรียกว่า การหารลงตัว และเมื่อ เศษมากกว่าศูนย์ เรียกว่า การหารไม่ลงตัว ซึ่งเศษนั้นต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ แต่น้อยกว่าตัวหาร</p>	<p>9. แบบรูปของจำนวนเป็นชุดของจำนวนที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งเท่านั้น</p>	<p>ตัวประกอบของจำนวนนับ</p> <p>1. ตัวประกอบของจำนวนนับใดๆ คือ จำนวนนับที่หารจำนวนนับนั้น ได้ลงตัว</p> <p>2. จำนวนนับที่มากกว่า 1 และมีตัวประกอบเพียงสองตัว คือ 1 กับจำนวนนับนั้น เรียกว่า จำนวนเฉพาะ</p> <p>3. ตัวประกอบที่เป็นจำนวนเฉพาะ เรียกว่า ตัวประกอบเฉพาะ</p> <p>4. การเขียนแสดงจำนวนนับในรูปการคูณของตัวประกอบเฉพาะ เรียกว่า การแยกตัวประกอบ</p> <p>5. จำนวนนับที่หารจำนวนนับตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไป ได้ลงตัว เรียกว่า</p> <p>6. ตัวหารร่วมที่มากที่สุด เรียกว่า ตัวหารร่วมมาก ใช้อักษรย่อว่า ห.ร.ม.</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
	<p>การบวก ลบ คูณ หารระคน</p> <p>1. การบวก ลบ คูณ หารระคน ต้องใช้วงเล็บเพื่อระบุว่าต้องหาผลบวก ผลลบ ผลคูณ หรือ ผลหารคู่ใดก่อน</p> <p>2. การนำผลบวกของจำนวนต่างๆ หารด้วยจำนวนทั้งหมดของจำนวนที่นำมาบวกกัน เรียกว่า การเฉลี่ย และผลหารที่ได้นั้น เรียกว่า ค่าเฉลี่ย ของจำนวนเหล่านั้น</p>		<p>7. ตัวคูณร่วมของจำนวนนับตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไป เป็นจำนวนนับที่หารด้วยจำนวนเหล่านั้นลงตัว</p> <p>8. ตัวคูณร่วมที่น้อยที่สุด เรียกว่า ตัวคูณร่วมน้อย ใช้ อักษรย่อว่า ค.ร.น.</p>
เศษส่วน	<p>เศษส่วน</p> <p>1. เศษส่วนเป็นสัญลักษณ์ใช้แทนจำนวน เช่น $\frac{1}{2}$</p> <p>2. $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ แทนจำนวนส่วนแบ่งที่กล่าวถึง 1 ส่วน จากส่วนแบ่งที่เท่าๆกันทั้งหมด 2, 3, 4, ... ส่วนตามลำดับ</p> <p>3. สัญลักษณ์ที่เขียนแสดงเศษส่วนประกอบด้วย ตัวเศษ แสดงจำนวนส่วนแบ่งที่กล่าวถึง ซึ่งจะเขียนไว้ด้านบน ตัวส่วน แสดงจำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่าๆกัน ซึ่งจะเขียนไว้ด้านล่าง และมีเส้นคั่น ระหว่างตัวเศษ และ ตัวส่วน</p>	<p>เศษส่วน</p> <p>1. เศษส่วนใดๆเมื่อนำจำนวนที่เท่ากันมาคูณ ทั้งตัวเศษและตัวส่วน หรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน เศษส่วนใหม่ที่ได้จะเท่ากับ เศษส่วนเดิม</p> <p>2. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน ให้พิจารณาที่ตัวเศษ ถ้าตัวเศษของเศษส่วนใดมากกว่า เศษส่วนนั้นจะมากกว่า</p> <p>3. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่ตัวส่วนไม่เท่ากัน ใช้วิธีทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบกันโดยพิจารณาที่ตัวเศษ เศษส่วนใดที่ตัวเศษมากกว่า เศษส่วนนั้นจะมากกว่า</p>	<p>เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร</p> <p>1. การทำเศษส่วนที่ตัวส่วนไม่เท่ากันตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไปให้มีตัวส่วนเท่ากัน อาจทำได้โดยนำจำนวนที่เท่ากันซึ่งไม่ใช่ศูนย์มาคูณ ทั้งตัวเศษและตัวส่วน หรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน หรืออาจทำได้โดยหา ค.ร.น. ของตัวส่วนทั้งหมด แล้วทำเศษส่วนทุกจำนวนให้มีตัวส่วนเท่ากับ ค.ร.น. นั้น</p> <p>2. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่ตัวส่วนไม่เท่ากัน ใช้วิธีทำเศษส่วนให้ตัวส่วนเท่ากันก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบ โดยพิจารณาที่ตัวเศษ เศษส่วนใดที่ตัวเศษมากกว่า เศษส่วนนั้นจะมากกว่า</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 ตารางที่ 1 จำนวนและการ
ดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เศษส่วน	<p>4. $\frac{1}{2}$ อ่านว่า เศษหนึ่งส่วนสอง</p> <p>5. $\frac{3}{4}$ อ่านว่า เศษสามส่วนสี่</p> <p>6. เศษส่วนสองจำนวนเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเท่ากัน มากกว่ากัน หรือน้อยกว่ากันอย่างไรอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น</p> <p>7. การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน ใช้วิธีนำตัวเศษมาเปรียบเทียบกัน ตัวเศษของเศษส่วนใดมากกว่าเศษส่วนนั้นจะมากกว่า</p> <p>8. การบวกเศษส่วนสองจำนวนที่มีตัวส่วนเท่ากัน ทำได้โดยนำตัวเศษมาบวกกัน โดยตัวส่วนคงเดิม</p> <p>9. การลบเศษส่วนสองจำนวนที่มีตัวส่วนเท่ากัน ทำได้โดยนำตัวเศษมาลบกัน โดยตัวส่วนคงเดิม</p>	<p>4. เศษส่วนใดที่ไม่มีจำนวนนับใดที่มากกว่า 1 หรทั้งตัว เศษและตัวส่วนได้ลงตัว เรียกเศษส่วนนั้นว่า เศษส่วนอย่างต่ำ</p> <p>5. เศษส่วนที่ตัวเศษเป็นจำนวนนับและตัวส่วนหารตัวเศษได้ลงตัว เศษส่วนนั้นสามารถเขียนให้อยู่ในรูปจำนวนนับได้</p> <p>6. เศษส่วนที่ตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษส่วนแท้</p> <p>7. เศษส่วนที่ตัวเศษเท่ากับตัวส่วน หรือมากกว่า ตัวส่วน เรียกว่า เศษเกิน</p> <p>8. เศษส่วนที่ตัวเศษมากกว่าตัวส่วน สามารถเขียนในรูปของจำนวนนับกับเศษส่วนแท้ ซึ่งเรียกว่า จำนวนคละ</p> <p>9. การเขียนเศษเกินในรูปจำนวนคละ อาจทำได้โดยนำตัวส่วนไปหารตัวเศษ ผลหารที่ได้จะเป็นจำนวนนับ เศษที่เหลือเป็นตัวเศษ โดยมีตัวส่วนคงเดิม</p> <p>10. การเขียนจำนวนคละในรูปเศษเกิน ทำได้โดยนำตัวส่วนไปคูณกับจำนวนนับ แล้วบวกกับตัวเศษ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวเศษของเศษเกิน โดยมีตัวส่วนคงเดิม</p>	<p>3. การบวกหรือการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนไม่เท่ากัน จะต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน แล้วจึงหาผลบวกหรือผลลบ</p> <p>4. การบวกหรือการลบจำนวนคละ อาจเขียนจำนวนคละในรูปเศษเกินก่อน แล้วจึงหาผลบวกหรือผลลบ</p> <p>5. การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน ใช้วิธีนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ และตัวส่วนคูณกับตัวส่วน หรือถ้าตัวเศษและตัวส่วนมีตัวประกอบร่วม ให้หน้าตัวประกอบร่วมมาหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนก่อน แล้วจึงหาผลคูณ</p> <p>6. เศษส่วนสองจำนวนที่คูณกันได้ 1 เศษส่วนทั้งสองเป็นส่วนกลับซึ่งกันและกัน</p> <p>7. การหารจำนวนใดๆด้วยเศษส่วน อาจทำได้โดยนำจำนวนนั้นคูณกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร</p> <p>8. การคูณหรือการหารจำนวนคละ ให้เขียนจำนวนคละในรูปเศษเกินก่อน แล้วจึงหาผลคูณหรือผลหาร</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เศษส่วน		<p>การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การบวกหรือการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน ให้นำตัวเศษมาบวกหรือลบกัน โดยตัวส่วนคงเดิม 2. การบวกหรือการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนไม่เท่ากัน จะต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน แล้วจึงหาผลบวกหรือผลลบ 3. การคูณเศษส่วนกับจำนวนนับ ใช้วิธีนำจำนวนนับคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคงเท่าเดิม 4. การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน ให้นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ และตัวส่วนคูณกับตัวส่วน 5. เศษส่วนสองจำนวนที่คูณกันได้ผลคูณเป็น 1 เรียกเศษส่วนทั้งสองว่าเป็น ส่วนกลับ ของกันและกัน 6. การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน หาผลหารได้จากการคูณเศษส่วนที่เป็นตัวตั้งกับส่วนกลับของตัวหาร 7. แบบรูปของจำนวนที่เป็นเศษส่วนเป็นชุดของเศษส่วนที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งเท่านั้น 	

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ทศนิยม	<p>ทศนิยม</p> <p>1. ทศนิยมเพื่อสัญลักษณ์ใช้เขียนแทนจำนวน เช่น 0.1 , 0,2</p> <p>2. เราสามารถเขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยมได้ เช่น $\frac{1}{10}$ เขียนในรูปทศนิยมได้เป็น 0.1</p> <p>3. การอ่านตัวเลขที่มีจุดทศนิยม ตัวเลขหน้าจุดทศนิยมให้อ่านแบบจำนวนเต็ม ตัวเลขหลังจุดทศนิยมให้อ่านแบบเรียงตัว เช่น 135.6 อ่านว่า หนึ่งร้อยสามสิบห้าจุดหก</p> <p>4. ทศนิยมสองจำนวนเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเท่ากัน มากกว่ากัน หรือน้อยกว่ากัน ใดๆ อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น</p>	<p>ทศนิยม</p> <p>1. ทศนิยมเป็นสัญลักษณ์ใช้เขียนแสดงจำนวน เช่น 0.1 , 0.02</p> <p>2. การอ่านตัวเลขที่มีจุดทศนิยม ตัวเลขหน้าจุดทศนิยมให้อ่านแบบจำนวนนับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยม อ่านแบบเรียงตัว เช่น 13.45 อ่านว่า สิบสามจุดสี่ห้า</p> <p>3. เลขโดดหลังจุดทศนิยมตัวแรก เรียกว่า ทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่ง เลขโดดหลังจุดทศนิยมตัวที่สองเรียกว่า ทศนิยมตำแหน่งที่สอง</p> <p>4. จำนวนนับสามารถเขียนในรูปทศนิยมได้</p> <p>5. ค่าประจำหลักของทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่ง คือ $\frac{1}{10}$ หรือ 0.1</p> <p>6. ค่าประจำหลักของทศนิยมตำแหน่งที่สอง คือ $\frac{1}{100}$ หรือ 0.01</p> <p>7. การเขียนแสดงทศนิยมใดๆ ในรูปกระจาย เป็นการเขียนในรูปการบวกค่าของเลขโดดในหลักต่างๆของทศนิยมนั้น</p>	<p>ทศนิยม</p> <p>1. การอ่านตัวเลขที่มีจุดทศนิยม ตัวเลขหน้าจุดทศนิยมให้อ่านแบบจำนวนนับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยม อ่านแบบเรียงตัว</p> <p>2. เลขโดดหลังจุดทศนิยมในตำแหน่งที่หนึ่ง อยู่ในหลักส่วนสิบ มีค่าประจำหลักเป็น $\frac{1}{10}$ หรือ 0.1</p> <p>เลขโดดหลังจุดทศนิยมในตำแหน่งที่สอง อยู่ในหลักส่วนร้อย มีค่าประจำหลักเป็น $\frac{1}{100}$ หรือ 0.01</p> <p>เลขโดดหลังจุดทศนิยมในตำแหน่งที่สาม อยู่ในหลักส่วนพัน มีค่าประจำหลักเป็น $\frac{1}{1000}$ หรือ 0.001</p> <p>3. ทศนิยมสามตำแหน่งมีเลขโดดหลังจุดทศนิยมสามตัว จำนวนเลขโดดหลังจุดทศนิยมเป็นการบอกว่าจำนวนนั้นเป็นทศนิยมกี่ตำแหน่ง เช่น 1.28 เป็นทศนิยมสองตำแหน่ง</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ทศนิยม		<p>8. ทศนิยมสองจำนวน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเท่ากัน มากกว่ากัน หรือน้อยกว่ากัน ใดอย่างหนึ่ง เพียงอย่างเดียวเท่านั้น</p> <p>9. ทศนิยมสามารถเขียนในรูปเศษส่วนและเศษส่วนสามารถเขียนในรูปทศนิยม</p> <p>การบวก การลบ และการคูณ ทศนิยม</p> <p>1. การบวกทศนิยม ใช้หลักการเดียวกับการบวกจำนวนนับ โดยนำจำนวนที่อยู่ในหลักเดียวกันมาบวกกัน</p> <p>2. การลบทศนิยม ใช้หลักการเดียวกับการลบจำนวนนับ โดยนำจำนวนที่อยู่ในหลักเดียวกันมาลบกัน</p> <p>3. การคูณทศนิยม ใช้หลักการเดียวกับการคูณจำนวนนับ แล้วใส่จุดทศนิยมที่ผลลัพธ์ ให้ตำแหน่งทศนิยมที่ผลลัพธ์ เท่ากับผลบวกของจำนวนตำแหน่งของทศนิยมที่นำมาคูณกัน</p> <p>4. แบบรูปของทศนิยมเป็นชุดของทศนิยมที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไร อย่างหนึ่งเท่านั้น</p>	<p>4. การเขียนทศนิยมใดๆ ในรูปกระจายเป็นการเขียนในรูปการบวกค่าของเลขโดดในหลักต่างๆของทศนิยม นั้น</p> <p>5. ทศนิยมสองตำแหน่ง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเท่ากัน มากกว่ากัน หรือน้อยกว่ากัน ใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น</p> <p>6. การเขียนทศนิยมสามตำแหน่ง เมื่อเขียนในรูปเศษส่วนและยังไม่ทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ จะมีตัวส่วนเป็น 1,000</p> <p>7. เศษส่วนที่ตัวส่วนเป็น 1,000 สามารถเขียนเป็นทศนิยมสามตำแหน่ง</p> <p>8. การหาค่าประมาณเป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่งของทศนิยมใด อาจทำได้โดยพิจารณาเลขโดดในหลักส่วนร้อยของทศนิมนั้น ถ้าเป็น 5 ถึง 9 ให้ประมาณเป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่งที่มากกว่าทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งเดิมอยู่ 0.1 ถ้าเป็น 0 ถึง 4 ให้ประมาณเป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่งที่มีทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งเท่าเดิม</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 ตารางที่ 1 จำนวนและการ
ดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ทศนิยม			<p>9. การหาค่าประมาณเป็นทศนิยมสองตำแหน่งของทศนิยมใด อาจทำได้โดยพิจารณาเลขโดดในหลักส่วนพันของทศนิยมนั้น ถ้าเป็น 5 ถึง 9 ให้ประมาณเป็นทศนิยมสองตำแหน่งที่มากกว่าทศนิยมตำแหน่งที่สองเดิมอยู่ 0.01 ถ้าเป็น 0 ถึง 4 ให้ประมาณเป็นทศนิยมสองตำแหน่งที่มีทศนิยมตำแหน่งที่สองเท่าเดิม</p> <p>การบวก การลบ การคูณ และการหารทศนิยม</p> <p>1. การบวกทศนิยม ใช้หลักการเดียวกับการบวกจำนวนนับ คือ นำจำนวนที่อยู่ในหลักเดียวกันมาบวกกัน</p> <p>2. การลบทศนิยม ใช้หลักการเดียวกับการลบจำนวนนับ คือ นำจำนวนที่อยู่ในหลักเดียวกันมาลบกัน</p> <p>3. การคูณทศนิยม อาจคูณเช่นเดียวกับการคูณจำนวนนับ แต่ใส่จุดทศนิยมที่ผลคูณ โดยให้จำนวนตำแหน่งทศนิยมมารผลคูณเท่ากับผลบวกของจำนวนตำแหน่งของทศนิยมที่นำมาคูณ</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ทศนิยม			<p>4. การหารทศนิยม</p> <p>4.1 เมื่อตัวหารเป็นจำนวนนับ อาจใช้วิธีเขียนตัวตั้งและตัวหารในรูปเศษส่วน แล้วหาผลหารโดยใช้ความรู้เรื่องการหารเศษส่วน หรืออาจใช้หลักการเกี่ยวกับการหารจำนวนนับ โดยเขียนจุดทศนิยมของผลหารให้ตรงกับจุดทศนิยมของตัวตั้ง</p> <p>4.2 เมื่อตัวหารเป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง อาจใช้วิธีเขียนตัวตั้งและตัวหารในรูปเศษส่วน แล้วหาผลหารโดยใช้ความรู้เรื่องการหารเศษส่วน หรือใช้วิธีทำตัวหารให้เป็นจำนวนนับแล้วหาผลหาร</p>
บทประยุกต์		<p>บทประยุกต์</p> <p>1. ร้อยละเป็นการเปรียบเทียบจำนวนต่างๆกับจำนวน 100 เช่น ร้อยละ 1 เป็นการเปรียบเทียบ 1 กับ 100</p> <p>2. เศษส่วนที่ตัวส่วนเป็น 100 ร้อยละ และเปอร์เซ็นต์ มีความหมายอย่างเดียวกัน</p> <p>3. $\frac{1}{100}$, $\frac{2}{100}$, ... อาจเขียนแทนด้วย ร้อยละ 1, ร้อยละ 2, ... หรือ 1%, 2%, ...</p> <p>4. 1%, 2%, ... อ่านว่า หนึ่งเปอร์เซ็นต์, สองเปอร์เซ็นต์, ...</p>	<p>บทประยุกต์</p> <p>1. โจทย์ปัญหาการคูณและการหารที่แสดงความสัมพันธ์ของจำนวน 3 จำนวน ซึ่งเป็นสิ่งเดียวกันกับที่โจทย์ถามอีก 1 จำนวน อาจใช้บัญญัติไตรยางศ์ในการหาคำตอบ</p> <p>2. ร้อยละ สามารถเขียนแสดงได้ในรูปเศษส่วนที่ตัวส่วนเป็น 100 หรือในรูปทศนิยมสองตำแหน่ง</p>

ตารางที่ 6 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
บทประยุกต์		<p>5. ทศนิยมสองตำแหน่งสามารถเขียนแสดงในรูปร้อยละ</p> <p>6. ร้อยละ สามารถเขียนแสดงในรูปเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 100 หรือ ในรูปทศนิยมสองตำแหน่ง</p> <p>7. การบอกกำไร ขาดทุน เป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ เป็นการบอกกำไรหรือขาดทุน เมื่อเทียบกับต้นทุน 100 บาท</p> <p>8. การบอกลดราคาเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ เป็นการบอกส่วนลดเมื่อเทียบกับราคาที่ยกขาย 100 บาท</p>	<p>3. การบอกกำไร ขาดทุน เป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ เป็นการบอกกำไรหรือขาดทุนเมื่อเทียบกับต้นทุน 100 บาท</p> <p>4. การบอกลดราคาเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ เป็นการบอกส่วนลดเมื่อเทียบกับราคาที่บอกขาย 100 บาท</p> <p>5. การฝากเงินและการกู้ยืมเงิน มีค่าที่เกี่ยวข้อง ดังนี้</p> <p>เงินต้น หมายถึง จำนวนเงินที่นำไปฝากธนาคาร หรือ จำนวนเงินที่ให้กู้ยืมโดยไม่รวมดอกเบี้ย ดอกเบี้ย หมายถึง จำนวนเงินที่ให้เป็นผลประโยชน์ตอบแทนแก่ผู้ฝากเงินหรือเจ้าของเงินต้น โดยคิดดอกเบี้ยตามจำนวนเงินต้น อัตราดอกเบี้ย และระยะเวลาที่ฝากหรือกู้ยืม</p> <p>อัตราดอกเบี้ย หมายถึง เป็นข้อกำหนดในการคิดดอกเบี้ย ซึ่งกำหนดเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ โดยคิดเทียบจากเงินต้น 100 บาท ในระยะเวลา 1 ปี</p> <p>เงินรวม หมายถึง เงินต้นรวมกับดอกเบี้ย</p>

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 2 การวัด และสารที่

3 เรขาคณิต

เรื่อง	มโนทัศน์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6
การวัด	<p>การวัด</p> <p>1. การวัดความยาว ความสูง และระยะทาง</p> <p>1.1 การวัดความยาว ความสูง และระยะทางต้องวัดให้ถูกวิธี และควรเลือกใช้เครื่องวัดและหน่วยการวัดที่เป็นมาตรฐานให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะวัด</p> <p>1.2 ความยาว ความสูง หรือระยะทาง 10 มิลลิเมตร เท่ากับ ความยาวความสูง หรือระยะทาง 1 เซนติเมตร ตามลำดับ</p> <p>ความยาว ความสูง หรือระยะทาง 100 เซนติเมตร เท่ากับ ความยาวความสูง หรือระยะทาง 1 เมตร ตามลำดับ</p> <p>ความยาว ความสูง หรือระยะทาง 1,000 เมตร เท่ากับ ความยาวความสูง หรือระยะทาง 1 กิโลเมตร ตามลำดับ</p> <p>1.3 วา เป็นหน่วยที่ใช้บอกความยาวของไทย ความยาว 1 วา เท่ากับ ความยาว 2 เมตร</p> <p>1.4 การคาดคะเนความยาว ความสูง หรือ ระยะทาง ของสิ่งต่างๆ เป็นการบอกความยาว ความสูง หรือ ระยะทาง ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงโดยไม่ใช้เครื่องวัด</p> <p>1.5 การเขียนรูปเพื่อแสดงความยาว ความสูง หรือ ระยะทาง อาจใช้มาตราส่วนย่อให้สั้นลงได้</p> <p>2. การวัดน้ำหนัก</p> <p>2.1 การชั่งต้องชั่งให้ถูกวิธีและควรเลือกใช้เครื่องมือชั่งและหน่วยการชั่งที่เป็นมาตรฐาน ให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะชั่ง</p> <p>2.2 น้ำหนัก 1 เมตริกตัน(ตัน) เท่ากับ น้ำหนัก 1,000 กิโลกรัม</p>	-	-

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4–6 สารที่ 2 การวัด และสารที่ 3 เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6
การวัด	<p>น้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ น้ำหนัก 1,000 กรัม</p> <p>น้ำหนัก 1 จีค เท่ากับ น้ำหนัก 100 กรัม</p> <p>น้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ น้ำหนัก 10 จีค</p> <p>2.3 การคาดคะเนน้ำหนักของสิ่งต่างๆ เป็นการบอกน้ำหนักให้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงโดยไม่ใช้เครื่องชั่ง</p> <p>3. การวัดปริมาตร</p> <p>3.1 การดวงต้องดวงให้ถูกต้อง และควรเลือกใช้หน่วยการดวงที่เป็นมาตรฐานให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะดวง</p> <p>3.2 ปริมาตรหรือความจุ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ ปริมาตรหรือความจุ 1 มิลลิลิตร</p> <p>ปริมาตรหรือความจุ 1 ลิตรเท่ากับ ปริมาตรหรือความจุ 1,000 มิลลิลิตร</p> <p>ปริมาตรหรือความจุ 1 ลิตร เท่ากับ ปริมาตรหรือความจุ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>3.3 ถัง เกวียน เป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาตรหรือความจุของไทย</p> <p>ปริมาตรหรือความจุ 1 ถัง เท่ากับปริมาตรหรือความจุ 20 ลิตร</p> <p>ปริมาตรหรือความจุ 1 เกวียน เท่ากับปริมาตรหรือความจุ 100 ถัง</p> <p>ปริมาตรหรือความจุ 1 เกวียน เท่ากับปริมาตรหรือความจุ 2,000 ลิตร</p> <p>3.4 การคาดคะเนปริมาตรสิ่งของหรือความจุของภาชนะเป็นการบอกปริมาตรหรือความจุให้ได้ใกล้เคียงความเป็นจริง</p>	-	-

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 2 การวัด และสารที่ 3 เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6
พื้นที่	<p>พื้นที่</p> <ol style="list-style-type: none"> พื้นที่ 1 ตารางหน่วย เท่ากับ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านทุกด้านยาว 1 หน่วย พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเท่ากับ ความกว้าง คูณ ความยาว หน่วยในการวัดพื้นที่ คือ ตารางหน่วย เช่น ตารางเมตร 	-	-
เงิน	<p>เงิน</p> <ol style="list-style-type: none"> การเขียนจำนวนเงิน เขียนโดยใช้จุดคั่นระหว่างจำนวนเงินที่เป็นบาท กับ จำนวนเงินที่เป็นสตางค์ เช่น 15 บาท 75 สตางค์ เขียนเป็น 15.75 บาท และอ่านว่า สิบห้าบาทเจ็ดสิบบาทสตางค์ การบันทึกรายรับรายจ่ายลงในตารางให้เป็นหมวดหมู่ จะช่วยให้อ่านรายรับรายจ่ายได้สะดวกและชัดเจนขึ้น 	-	-
เวลา	<p>เวลา</p> <ol style="list-style-type: none"> นาฬิกาเป็นเครื่องมือที่ใช้บอกเวลา เราบอกเวลาเป็นนาฬิกาและนาที การเขียนบอกเวลา นิยมใช้จุดคั่นระหว่างตัวเลขที่บอกเวลาเป็นชั่วโมงกับนาที และใช้ “น.” เป็นอักษรย่อของคำว่า “นาฬิกา” เช่น 8 นาฬิกา 30 นาที เขียนเป็น 8.30 น. 	-	-
เรขาคณิต	<p>เรขาคณิต</p> <ol style="list-style-type: none"> เมื่อกำหนดจุดให้หนึ่งจุด สามารถเขียนเส้นตรง ส่วนของเส้นตรง หรือรังสี ผ่านจุดนั้นได้อย่างละหลายเส้น เมื่อกำหนดจุดให้สองจุด สามารถเขียนเส้นตรงผ่านจุดทั้งสองได้เพียงเส้นเดียว 	<p>มุม</p> <ol style="list-style-type: none"> หน่วยของการวัดขนาดของมุม เรียกว่า องศา (ใช้สัญลักษณ์ $^{\circ}$) โพรแทรกเตอร์ เป็นเครื่องมือสำหรับวัดขนาดของมุม 	<p>เส้นขนาน</p> <ol style="list-style-type: none"> เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้เกิดมุมแย้ง เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นขนานคู่หนึ่ง มุมแย้งที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากัน

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 2 การวัด และสารที่ 3 เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
	<p>3. เมื่อกำหนดจุดให้สองจุดสามารถเขียนส่วนของเส้นตรง ซึ่งมีจุดที่กำหนดเป็นจุดปลายและผ่านจุดอีกจุดหนึ่ง ได้สองแบบโดยแต่ละแบบเขียนได้เพียงเส้นเดียว</p> <p>4. เมื่อกำหนดจุดให้สองจุดสามารถเขียนรังสี ซึ่งมีจุดหนึ่งเป็นจุดปลายและผ่านอีกจุดหนึ่ง ได้สองแบบ โดยแต่ละแบบเขียนได้เพียงเส้นเดียว</p> <p>5. รังสีสองเส้นที่มีจุดปลายเป็นจุดเดียวกันทำให้เกิดมุม เรียกจุดปลายนั้นว่า จุดยอดมุม และเรียกรังสีแต่ละเส้นว่า แขนงของมุม เมื่อแขนงของมุมตั้งฉากกัน มุมนั้นเรียกว่า มุมฉาก มุมที่มีขนาดเล็กกว่ามุมฉาก เรียกว่า มุมแหลม มุมที่มีขนาดใหญ่กว่าหนึ่งมุมฉาก แต่เล็กกว่าสองมุมฉาก เรียกว่า มุมป้าน และมุมที่มีขนาดใหญ่กว่าสองมุมฉาก เรียกว่า มุมกลับ</p> <p>6. รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>- รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส</p>	<p>3. การวัดขนาดของมุม ให้จุดกึ่งกลางของโพทแทรกเตอร์ทับตรงจุดยอดมุมของมุมที่จะวัด ให้เส้นศูนย์กลางของโพทแทรกเตอร์ทับไปบนแขนข้างหนึ่งของมุม แล้วอ่านขนาดของมุมโดยนับจากศูนย์ไปจนถึงแขนอีกข้างหนึ่ง ก็จะได้ขนาดของมุมที่ต้องการวัด</p> <p>4. ชนิดของมุม แบ่งตามขนาดของมุม ได้แก่ มุมแหลม มุมฉาก มุมป้าน มุมตรง และมุมกลับ</p> <p>5. มุมที่มีขนาดเดียวกับเรียกว่า มุมฉาก มีขนาด 90 องศา หรือ หนึ่งมุมฉาก</p> <p>6. มุมที่มีขนาดสองมุมฉาก เรียกว่า มุมตรง</p> <p>7. มุมที่มีขนาดเล็กกว่าหนึ่งมุมฉาก เรียกว่า มุมแหลม</p> <p>8. มุมที่มีขนาดใหญ่กว่าหนึ่งมุมฉากแต่เล็กกว่าสองมุมฉาก เรียกว่า มุมป้าน</p> <p>9. มุมที่มีขนาดใหญ่กว่าสองมุมฉากแต่เล็กกว่าสี่มุมฉาก เรียกว่า มุมกลับ</p>	<p>3. เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน เส้นตรงคู่นั้นจะขนานกัน</p> <p>4. เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นขนานคู่หนึ่ง ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันได้ 180 องศา</p> <p>5. เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้เกิดขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันได้ 180 องศา เส้นตรงคู่นั้นจะขนานกัน</p> <p>รูปสี่เหลี่ยม</p> <p>1. รูปสี่เหลี่ยมมีเส้นทแยงมุมเท่ากัน ได้แก่ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า</p> <p>2. รูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน ได้แก่ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุ่น และรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน</p> <p>3. รูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก ได้แก่ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุ่น และรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว</p>

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 2 การวัด และสารที่

3 เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
	<p>- รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า</p> <p>7. ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองข้างอยู่ที่จุดยอดมุมซึ่งอยู่ตรงกันข้ามของรูปสี่เหลี่ยม เรียกว่า เส้นทแยงมุม ของรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>8. เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกันจะขนานกันก็ต่อเมื่อเส้นตรงทั้งสองเส้นมีระยะห่างเท่ากันเสมอ</p> <p>9. ส่วนของเส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกันจะขนานกันก็ต่อเมื่อส่วนของเส้นตรงนั้นเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่ขนานกัน</p> <p>10. รัศมีของรูปร่างกลมเดียวกันย่อมยาวเท่ากันเสมอ</p> <p>11. รูปที่เมื่อพับครึ่งแล้วแต่ละข้างของรอยพับทับกันสนิท เรียกว่า รูปที่มีแกนสมมาตร รอยพับนี้เรียกว่า แกนสมมาตร</p> <p>12. รูปบางรูปมีแกนสมมาตรมากกว่าหนึ่งแกน</p> <p>13. แบบรูปของรูปเรขาคณิตเป็นชุดของรูปเรขาคณิตที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่ง</p>	<p>เส้นขนาน</p> <p>1. เส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกันขนานกันก็ต่อเมื่อเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงทั้งสองมีระยะห่างเท่ากันเสมอ</p> <p>2. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการขนานกัน คือ // เช่น ส่วนของเส้นตรง กข ขนานกับ ส่วนของเส้นตรง คง เขียนแทนด้วย $\overline{กข} // \overline{คก}$</p> <p>เส้นตรง จล ขนานกับเส้นตรง ชง เขียนแทนด้วย $\overleftrightarrow{จล} // \overleftrightarrow{ชง}$</p> <p>3. การสร้างเส้นขนานวิธีหนึ่งทำได้โดยอาศัยสมบัติที่ว่าเส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกันขนานกันก็ต่อเมื่อเส้นตรงทั้งสองมีระยะห่างเท่ากันเสมอ</p> <p>รูปสี่เหลี่ยม</p> <p>1. รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>2. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส</p>	<p>4. รูปสี่เหลี่ยมที่เส้นทแยงมุมแต่ละเส้นแบ่งรูปสี่เหลี่ยมเป็นรูปสามเหลี่ยมขนาดเท่ากันสองรูป ได้แก่ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุน และรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน</p> <p>5. เมื่อกำหนดด้านใดด้านหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุนให้เป็นฐาน ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากด้านตรงข้ามมาตั้งฉากกับฐานหรือส่วนต่อของฐาน เรียกว่า ส่วนสูง ความยาวของส่วนสูง เรียกว่า ความสูง</p> <p>6. ส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นส่วนของเส้นตรงที่ตั้งฉากกับด้านคู่ขนาน มีจุดปลายแต่ละข้างอยู่บนด้านคู่ขนานหรือส่วนต่อของด้านคู่ขนาน</p> <p>7. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม อาจหาได้จาก ผลบวกของพื้นที่รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมนั้น หรืออาจหาได้จากสูตรต่อไปนี้</p> <p>7.1 พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ความสูง X ความยาวฐาน</p> <p>7.2 พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุน = ความสูง X ความยาวฐาน</p>

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		<p>3. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า</p> <p>4. รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน มุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน</p> <p>5. รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามขนานกันและยาวเท่ากันสองคู่ เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</p> <p>6. รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามกันขนานกันหนึ่งคู่ เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</p> <p>7. รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากันสองคู่ และมุมที่อยู่ตรงข้ามเท่ากันหนึ่งคู่ เรียกว่า รูปสี่เหลี่ยมรูปร่าง</p> <p>8. การรู้ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ จะช่วยในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด</p> <p>9. ผลบวกของความยาวของด้านทุกด้านของรูปสี่เหลี่ยม เรียกว่า ความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>10. การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ผืนผ้า หาได้จากผลคูณของความยาวของด้านกว้างกับด้านยาว</p> <p>11. การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หาได้จาก ผลคูณของความยาวของด้าน</p>	<p>7.3 พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู = $\frac{1}{2} \times$ ความสูง \times ผลบวกของความยาวของด้านคู่ที่ขนานกัน</p> <p>ในกรณีที่เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมตัดกันเป็นมุมฉาก</p> <p>พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times$ ผลคูณของความยาวของเส้นทแยงมุม</p> <p>รูปวงกลม</p> <p>1. ในรูปวงกลมใดๆ เส้นผ่านศูนย์กลางของรูปวงกลม ยาวเป็นสองเท่า ของความยาวของรัศมี</p> <p>ในรูปวงกลมใดๆ ความยาวรอบรูปวงกลม หรือ ความยาวรอบวงหารด้วย ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของรูปวงกลมนั้น มีค่าคงที่เสมอ โดยค่าคงที่แทนด้วย π (พาย) ซึ่งมีค่าประมาณ 3.14 หรือ $\frac{22}{7}$</p> <p>2. ความยาวรอบรูปวงกลม หรือ ความยาวรอบวง หาได้จาก π คูณกับ ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือ π คูณกับ สองเท่าของความยาวของรัศมี</p> <p>นั่นคือ ถ้ารัศมีของรูปวงกลมยาว r หน่วย จะได้ว่า เส้นรอบรูปวงกลมยาว $2\pi r$ หน่วย</p>

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4–6 สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		<p>รูปสามเหลี่ยม</p> <p>1. ชนิดของรูปสามเหลี่ยม จำแนกตามลักษณะของด้าน ได้เป็น รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า</p> <ul style="list-style-type: none"> - รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านทั้งสามยาวเท่ากัน เรียกว่า รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า - รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านยาวเท่ากันสองด้าน เรียกว่า รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว - รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านทั้งสามยาวไม่เท่ากัน เรียกว่า รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า <p>2. ชนิดของรูปสามเหลี่ยม จำแนกตามลักษณะของมุม ได้เป็น รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน</p> <ul style="list-style-type: none"> - รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งเป็นมุมฉาก เรียกว่า รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก - รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมทั้งสามเป็นมุมแหลม เรียกว่า รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม - รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งเป็นมุมป้าน เรียกว่า รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน <p>3. มุมของรูปสามเหลี่ยมที่มีฐานเป็นแขนข้างหนึ่งของมุม เรียกว่า มุมที่ฐาน</p>	<p>3. พื้นที่ของรูปวงกลม หาได้จาก π คูณกับ กำลังสองของความยาวของรัศมี</p> <p>นั่นคือ ถ้ารัศมีของรูปวงกลมยาว r หน่วย จะได้ว่า รูปวงกลมมีพื้นที่ πr^2 ตารางหน่วย</p> <p>ทิส แพนที่ และแผนผัง</p> <p>1. ทิสหลักมี 4 ทิส คือ ทิสเหนือ ทิสใต้ ทิสตะวันออก และทิสตะวันตก</p> <p>2. ทิสหลักที่อยู่ติดกันทำมุม 90 องศา ซึ่งกันและกัน</p> <p>3. ทิสที่อยู่ในแนวกึ่งกลางของทิสหลักมี 4 ทิส คือ</p> <p>3.1 ทิสตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่กึ่งกลางระหว่างทิสตะวันออกกับทิสเหนือ</p> <p>3.2 ทิสตะวันออกเฉียงใต้ อยู่กึ่งกลางระหว่างทิสตะวันออกกับทิสใต้</p> <p>3.3 ทิสตะวันตกเฉียงเหนือ อยู่กึ่งกลางระหว่างทิสตกกับทิสเหนือ</p> <p>3.4 ทิสตะวันตกเฉียงใต้ อยู่กึ่งกลางระหว่างทิสตะวันตกกับทิสใต้</p> <p>4. ภาพที่บอกตำแหน่งหรือเส้นทางการเดินทางเป็น แผนที่ ภาพลายเส้นที่แสดงบริเวณและตำแหน่งของสถานที่ อาคาร ที่อยู่อาศัย เป็นแผนผัง</p>

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4–6 สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		<p>4. มุมของรูปสามเหลี่ยมที่อยู่ตรงข้ามกับฐาน เรียกว่า มุมยอด</p> <p>5. ด้านแต่ละด้านที่เป็นแขนของมุมยอด เรียกว่า ด้านประกอบมุมยอด</p> <p>6. ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยม เป็นส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุดยอดมุมของมุมยอดมาตั้งฉากกับฐาน หรือ ส่วนที่ต่อออกไปในแนวเดียวกับฐาน</p> <p>7. ความสูงของรูปสามเหลี่ยมเป็นความยาวของส่วนสูง</p> <p>8. ขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม รวมกันได้สองมุมฉาก หรือ 180 องศา</p> <p>9. ผลบวกของความยาวของด้านทุกด้านของรูปสามเหลี่ยม เรียกว่า ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม</p> <p>10. พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมเป็นครึ่งหนึ่งของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีฐานเดียวกันและส่วนสูงเท่ากัน</p> <p>11. การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม วิธีหนึ่งหาได้โดยการใช้สูตร</p> <p>วงกลม</p> <p>1. รูปบนระนาบที่จุดทุกจุดห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากัน เรียกว่า รูปวงกลม ขอบของรูป เรียกว่า เส้นรอบวง หรือ เส้นรอบรูปวงกลม จุดคงที่ เรียกว่า จุดศูนย์กลาง</p>	<p>5. น</p> <p style="text-align: center;">↑</p> <p>ในแผนที่หรือแผนผัง เป็นสัญลักษณ์แสดงทิศเหนือ</p> <p>6. มาตรการส่วนที่เขียนกำกับในแผนที่หรือแผนผังทำให้ทราบถึงความยาวจริง</p> <p>7. มาตรการส่วนเขียนได้ 2 แบบคือ</p> <p>7.1 มาตรการแบบใช้หน่วยต่างกัน ต้องเขียนหน่วยกำกับไว้ด้วย เช่น 1 ซม. : 5 ม. หมายความว่า ความยาวบนแผนที่หรือแผนผัง 1 ซม. แทนความยาวจริง 5 ม.</p> <p>7.2 มาตรการแบบใช้หน่วยเดียวกัน ไม่ต้องเขียนหน่วยกำกับไว้ เช่น 1 : 100,000 หมายความว่า ในแผนที่หรือแผนผัง 1 หน่วย แทนความยาวจริง 100,000 หน่วย</p>

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4–6 ตารางที่ 2 การวัด และตารางที่ 3
เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		<p>2. ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายจุดหนึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของรูปวงกลม และจุดปลายอีกจุดหนึ่งอยู่บนเส้นรอบวง เรียกว่า รัศมี</p> <p>3. ส่วนของเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลาง และมีจุดปลายทั้งสองอยู่บนเส้นรอบวง เรียกว่า เส้นผ่านศูนย์กลาง</p> <p>4. การสร้างรูปวงกลม โดยใช้วงเวียนต้องอาศัยจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมี</p>	
รูปเรขาคณิตสามมิติ		<p>รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>1. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่ในระนาบที่ขนานกัน มีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เรียกว่า ปริซึม</p> <p>2. ปริซึมสี่เหลี่ยมที่มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เรียกว่า ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>3. ปริซึมสี่เหลี่ยมที่มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่า ลูกบาศก์</p> <p>4. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่ในระนาบที่ขนานกัน มีผิวโค้ง เรียกว่า ทรงกระบอก</p>	<p>รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>1. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่ในระนาบที่ขนานกัน มีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เรียกว่า ปริซึม</p> <p>2. ปริซึมสี่เหลี่ยมที่มีหน้าตัดทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่า ลูกบาศก์</p> <p>3. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีผิวโค้งเรียบ ทั่วๆ จุดบนผิวห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน เรียกว่า ทรงกลม</p> <p>4. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน เรียกว่า ทรงกระบอก</p>

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4–6 สารที่ 2 การวัด และสารที่ 3
เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		<p>5. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐานและมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม เรียกว่าพีระมิด</p> <p>6. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และมีผิวโค้ง เรียกว่า กรวย</p> <p>7. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีผิวโค้งเรียบเช่นเดียวกับ ลูกปิงปอง ลูกบอล ลูกแก้ว เรียกว่า ทรงกลม</p> <p>8. ลูกบาศก์หน่วย เป็นหน่วยในการวัดปริมาตรหรือความจุ ลูกบาศก์ที่มีความกว้าง 1 หน่วย ความยาว 1 หน่วย ความสูง 1 หน่วย มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย</p> <p>9. ลูกบาศก์เมตร ลูกบาศก์เซนติเมตร ลิตร มิลลิลิตร เป็นหน่วยมาตรฐานที่ใช้บอกปริมาตรหรือความจุ</p> <p>10. ลูกบาศก์เมตร ลูกบาศก์เซนติเมตร ลิตร มิลลิลิตร มีความสัมพันธ์กันคือ 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 มิลลิลิตร เท่ากับ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1,000 ลิตร เท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร</p>	<p>5. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน เรียกว่า กรวย</p> <p>6. รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐานและมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม เรียกว่า พีระมิด</p> <p>7. รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติเป็นรูปที่สามารถพับเป็นรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นได้</p> <p>8. ปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก หาได้จาก ผลคูณของความกว้าง ความยาว และความสูง ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้น</p>

ตารางที่ 7 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4–6 สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
		11. ปริมาตรหรือความจุของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก หาได้จากผลคูณ ของความยาว ความกว้าง และความ สูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้น	

ตารางที่ 8 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4–6 สาระที่ 4 พีชคณิต

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
สมการ	-	-	<p>สมการและการแก้สมการ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ประโยคสัญลักษณ์ที่มีเครื่องหมาย = เรียกว่า สมการ 2. สมการซึ่งจำนวนที่อยู่ทางซ้ายของเครื่องหมาย = กับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมาย = เท่ากัน เป็นสมการที่เป็นจริง 3. สมการซึ่งจำนวนที่อยู่ทางซ้ายของเครื่องหมาย = กับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมาย = ไม่เท่ากัน เป็น สมการที่เป็นเท็จ 4. สมการที่มีการใช้ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์อื่นแทนจำนวน เรียกตัวอักษรหรือสัญลักษณ์อื่นที่ใช้แทนจำนวนในสมการว่า ตัวไม่ทราบค่า หรือ ตัวแปร เรียกสมการเช่นนี้ว่า สมการที่มีตัวไม่ทราบค่า หรือสมการที่มีตัวแปร 5. จำนวนที่แทนตัวไม่ทราบค่าหรือตัวแปรในสมการแล้วได้สมการที่เป็นจริง เรียกว่า คำตอบของสมการ 6. การแก้สมการเป็นวิธีการหาคำตอบของสมการ 7. การแก้สมการอาจใช้สมบัติของการเท่ากัน ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 7.1 สมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก กล่าวว่ามีจำนวนที่เท่ากันสองจำนวน เมื่อนำจำนวนอีกจำนวนหนึ่งมาบวกแต่ละจำนวนที่เท่ากัน ผลบวกย่อมเท่ากัน

ตารางที่ 8 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 4พีชคณิต (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปี ที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
สมการ	-	-	<p>สมการและการแก้สมการ</p> <p>7.2 สมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการลบ กล่าวว่ จำนวนที่เท่ากันสองจำนวน เมื่อนำจำนวนอีกจำนวนหนึ่งมาลบแต่ละจำนวนที่เท่ากัน ผลลบย่อมเท่ากัน</p> <p>7.3 สมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ กล่าวว่ จำนวนที่เท่ากันสองจำนวน เมื่อนำจำนวนอีกจำนวนหนึ่งมาคูณแต่ละจำนวนที่เท่ากัน ผลคูณย่อมเท่ากัน</p> <p>7.4 สมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการหาร กล่าวว่ จำนวนที่เท่ากันสองจำนวน เมื่อนำจำนวนอีกจำนวนหนึ่งมาหารแต่ละจำนวนที่เท่ากัน ผลหารย่อมเท่ากัน</p>

ตารางที่ 9 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สาระที่ 5การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	<p>แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และตาราง</p> <p>1. แผนภูมิรูปภาพเป็นการใช้รูปภาพแสดงจำนวนหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ รูปภาพที่แทนสิ่งเดียวกันต้องเป็นรูปภาพที่เหมือนกันและมีขนาดเท่ากัน</p>	<p>สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น</p> <p>1. ข้อมูล หมายถึง ข้อความจริงที่อาจเป็นตัวเลขหรือข้อความ</p> <p>2. การเก็บรวบรวมข้อมูลอาจใช้วิธีการสำรวจ การสังเกต การทดลอง</p> <p>3. แผนภูมิแท่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการนำเสนอข้อมูล</p>	<p>สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น</p> <p>1. การนำเสนอข้อมูลเป็นการแสดงข้อมูล อาจแสดงโดยใช้ตาราง แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม หรือกราฟเส้น</p> <p>2. ข้อมูลของสิ่งเดียวกันและมีลักษณะเหมือนกันตั้งแต่สองชุดขึ้นไป อาจแสดงการเปรียบเทียบโดยใช้แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ</p>

ตารางที่ 9 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 สารที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล
และความน่าจะเป็น (ต่อ)

เรื่อง	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	มโนทัศน์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
การวิเคราะห์ ข้อมูลและ ความน่าจะเป็น	<p>แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และตาราง</p> <p>2. แผนภูมิแท่งเป็นการใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงจำนวนหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ โดยให้ความสูงหรือความยาวของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรายการ รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากทุกรูปต้องมีความกว้างเท่ากัน และเริ่มต้นจากระดับเดียวกัน</p> <p>3. การบอกความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆกับจำนวนในรูปตาราง เป็นการจัดตัวเลขแทนจำนวนของสิ่งต่างๆอย่างมีระเบียบในตาราง เพื่อให้อ่านและเปรียบเทียบง่ายขึ้น</p> <p>4. ความน่าจะเป็นเบื้องต้น หมายถึง โอกาสที่เหตุการณ์นั้นๆจะเกิดขึ้น ซึ่งเหตุการณ์นั้นอาจจะเกิดขึ้นอย่างแน่นอน อาจจะเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้ หรือ ไม่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน</p>	<p>4. การเขียนแผนภูมิแท่งใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงข้อมูลของสิ่งต่างๆ โดยใช้ความสูงหรือความยาวของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปแสดงจำนวนหรือปริมาณแต่ละรายการ รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากทุกรูปต้องมีความกว้างเท่ากัน</p> <p>5. ข้อมูลที่มีค่ามาก หรือ ข้อมูลที่มีค่าใกล้เคียงกัน นิยมใช้เส้นหยัก แสดงการขึ้นระยะของเส้นแสดงจำนวน เพื่อละการแสดงข้อมูลในช่วงนั้น</p> <p>6. ข้อมูลของสิ่งเดียวกัน และมีลักษณะเหมือนกัน ตั้งแต่สองชุดขึ้นไป อาจแสดงการเปรียบเทียบโดยใช้แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ</p> <p>7. โอกาสที่เหตุการณ์หนึ่งๆจะเกิดขึ้น อาจจะ “อาจจะเกิดขึ้นอย่างแน่นอน” “อาจจะเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้” หรือ “ไม่อาจเกิดขึ้นอย่างแน่นอน</p>	<p>3. กราฟเส้นเป็นการนำเสนอข้อมูลโดยใช้จุดและส่วนของเส้นตรงที่ลากเชื่อมต่อกัน ซึ่งจุดแต่ละจุดจะบอกจำนวนหรือปริมาณของข้อมูลแต่ละรายการ นิยมใช้กราฟเส้นกับข้อมูลที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามลำดับก่อนหลังของเวลา</p> <p>4. แผนภูมิรูปวงกลมเป็นการนำเสนอข้อมูลโดยใช้พื้นที่ภายในรูปวงกลมแทนจำนวนหรือปริมาณของข้อมูลแต่ละรายการ</p> <p>5. โอกาสของเหตุการณ์หนึ่งๆที่จะเกิดขึ้น เหตุการณ์นั้น อาจเกิดขึ้นอย่างแน่นอน อาจเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้ หรือ ไม่อาจเกิดขึ้นอย่างแน่นอน</p>

มโนทัศน์สำหรับการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาสำหรับทดลองใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องทศนิยม และการบวก การลบ การคูณทศนิยม ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่มาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชั่วโมง ตัวชี้วัดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	จำนวน ชั่วโมง	ตัวชี้วัด	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
1	ทศนิยม	18	ค 1.1 ป5/1 เขียนและอ่านทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง	<ol style="list-style-type: none"> ทศนิยมเป็นสัญลักษณ์ใช้เขียนแสดงจำนวน เช่น 0.1 , 0.02 การอ่านตัวเลขที่มีจุดทศนิยม ตัวเลข หน้าจุดทศนิยม อ่านแบบจำนวนนับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยม อ่านแบบเรียงตัว เช่น 13.45 อ่านว่า สิบสามจุดสี่ห้า เลขโดดหลังจุดทศนิยมตัวแรก เรียกว่า ทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่ง เลขโดดหลังจุดทศนิยมตัวที่สองเรียกว่า ทศนิยมตำแหน่งที่สอง จำนวนนับสามารถเขียนในรูปทศนิยมได้
			ค 1.1 ป5/2 เปรียบเทียบและเรียงลำดับทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง	<ol style="list-style-type: none"> ค่าประจำหลักของทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่ง คือ $\frac{1}{10}$ หรือ 0.1 ค่าประจำหลักของทศนิยมตำแหน่งที่สอง คือ $\frac{1}{100}$ หรือ 0.01 การเขียนแสดงทศนิยมใดๆในรูปกระจายเป็นการเขียนในรูปการบวกค่าของเลขโดดในหลักต่างๆของทศนิมนั้น ทศนิยมสองจำนวน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเท่ากัน มากกว่ากัน หรือน้อยกว่ากันอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น
			ค 1.1 ป5/3 เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยม และเขียนทศนิยมในรูปเศษส่วน	<ol style="list-style-type: none"> ทศนิยมสามารถเขียนในรูปเศษส่วนและเศษส่วนสามารถเขียนในรูปทศนิยม

ตารางที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชั่วโมง ตัวชี้วัดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้
ในการวิจัย(ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย	จำนวน ชั่วโมง	ตัวชี้วัด	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2	การบวก การ ลบ และการ คูณทศนิยม	17	ค 1.2 ป5/2 บวก ลบ คูณและ บวก ลบ คูณ ระคนของ ทศนิยมที่มีคำตอบเป็นทศนิยม ไม่เกินสองตำแหน่ง พร้อมทั้ง ตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	1. การบวกทศนิยม ใช้หลักการเดียวกับ การบวกจำนวนนับ โดยนำจำนวนที่อยู่ ในหลักเดียวกันมาบวกกัน 2. การลบทศนิยม ใช้หลักการเดียวกับ การลบจำนวนนับ โดยนำจำนวนที่อยู่ ในหลักเดียวกันมาลบกัน
			ค 1.2 ป5/3 วิเคราะห์และ แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ ปัญหาและ โจทย์ปัญหาระคน ของทศนิยม พร้อมทั้ง ตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบและ สร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ จำนวนนับ ได้	3. การคูณทศนิยม ใช้หลักการเดียวกับ การคูณจำนวนนับ แล้วใส่จุดทศนิยมที่ ผลลัพธ์ ให้ตำแหน่งทศนิยมที่ผลลัพธ์ เท่ากับผลบวกของจำนวนตำแหน่งของ ทศนิยมที่นำมาคูณกัน
			ค 4.1 ป5/1 บอกจำนวนและ ความสัมพันธ์ในแบบรูปของ จำนวนที่กำหนด	4. แบบรูปของทศนิยมเป็นชุดของ ทศนิยมที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไร อย่างหนึ่งเท่านั้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้พบว่า

1. รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียน
มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนด และสูงขึ้นกว่าวิธีสอนแบบปกติ
2. ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่สร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีมากที่สุด 4 ขั้นตอน
คือ ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียน ขั้นเสนอตัวอย่างของความคิดรวบยอด ขั้นทดลองและ
สรุปผล และขั้นประเมินผล

ซึ่งรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

ภัทรามูลน้อย (2550: 68-69) ได้ทำการการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยม
และรูปวงกลมกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอด

และการจัดกิจกรรมตามปกติชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการวิจัยครั้งนี้จึงมีความมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความคิดรวบยอดและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติตามเกณฑ์ 75/75 หาดังนี้ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และศึกษาความคงทนในการเรียนรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยมและรูปร่างกลมระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดกับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามปกติ โดยขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ จัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอนคือ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียน หมายถึงกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนว่า จะต้องแสดงพฤติกรรมอะไร ได้บ้างหลังจากที่ได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดนั้นไปแล้ว 2) เสนอตัวอย่างของความคิดรวบยอดหมายถึงการเสนอตัวอย่างที่มีลักษณะร่วมกันกับความคิดรวบยอดที่จะสอน 3) ทดลองและสรุปผลขั้นกำหนดสัญลักษณ์ทางภาษาที่จะใช้สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดรวบยอดและสรุปผล 4) ให้คำนิยามของความคิดรวบยอดหมายถึงขั้นให้คำนิยามหรือคำจำกัดความของความคิดรวบยอด 5) ประเมินผล หมายถึงขั้นตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของการเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์พบว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดกับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันและกลุ่มเรียนที่มีการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความคิดรวบยอดและกลุ่มเรียนที่มีการจัดกิจกรรมตามปกติมีความคงทนในการเรียนรู้ จึงสรุปได้ว่าสามารถเลือกการจัดกิจกรรมด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือทั้ง 2 วิธีนี้ไปใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้

สันติ อธิพิณนาวากุล (2550: 91-95) ศึกษาเรื่องการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้ในการวิจัยมี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสังเกต 2) ขั้นอธิบาย 3) ขั้นพยากรณ์และทดสอบ และ 4) ขั้นนำไปใช้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นกัน

ชมพูนุท วันสันเทียะ (2552: 201) ทำการศึกษาความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชวินิตบางเขน โดยวิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ ซึ่งการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์เป็นวิธีสอนที่ใช้อธิบายหรือการนำเสนอกรอบความรู้/ความคิดในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีเส้นเชื่อม

แสดงอยู่ระหว่างค่าโมโนทอนตั้งแต่ 2 ค่าขึ้นไป มีความสัมพันธ์เป็นลำดับขั้นลดหลั่นกัน ส่วนวิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการ เป็นการสอนโดยใช้วิธีคิด 4 แบบ คือ วิธีคิดแบบสืบสาวเหตุปัจจัย วิธีคิดแบบแยกแยะองค์ประกอบ วิธีคิดแบบอริยสัจ และวิธีคิดแบบวิภังชวาท ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังโมโนทอนมีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าความสัมพันธ์ คือ 0.828

แมคเวิร์ทเทอร์ (McWhirter, 1998: 171 - A) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดรวบยอดและการจำในการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (แผนผังโมโนคติ) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบการพัฒนาความคิดรวบยอดและความจำในการเรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้และทดสอบการพัฒนาความคิดรวบยอดของนักเรียนที่ใช้สื่อในชั้นเรียนและการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบนักเรียนในการพัฒนาความคิดรวบยอดว่านักเรียนและครูมีปฏิสัมพันธ์ที่ติดต่อกันสื่อที่ใช้ทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดดีขึ้นและการทดสอบการพัฒนาความคิดรวบยอดโดยการอภิปรายกลุ่มย่อยในชั้นเรียนและการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือย่อยพบว่านักเรียนที่เรียน โดยการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือย่อยนักเรียนมีความคิดรวบยอดสูงขึ้น

ซัลลิแวน(Sullivan, 2007: Abstract) ศึกษาเรื่อง บันทึกประจำวันการเปลี่ยนแปลงกระบวนการรับรู้: เครื่องมือสำหรับการประเมินความเข้าใจของเด็กๆ ในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้แสดงถึงพัฒนาการในการถ่ายทอดความสามารถด้านความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการเขียนบันทึกประจำวันของนักเรียนที่ถ่ายทอดความเข้าใจของนักเรียนและความบกพร่องของความคิดรวบยอดผ่านการเขียนบันทึกประจำวัน โดยผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนได้ควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง และมีการจำแนกแยกแยะ การสื่อสารความเข้าใจของนักเรียน ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด นักเรียนให้รายละเอียดที่ชัดเจน อธิบายกระบวนการและผลสะท้อนกลับในการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งการบันทึกประจำวันระหว่างการสอนคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่มีประโยชน์มากที่จะทำให้ความสามารถในการสื่อสารความเข้าใจของนักเรียนดีขึ้น

คอกเชเรน(Coleman, 2008: Abstract) ศึกษาพัฒนาการของการเข้าใจของความคิดรวบยอดของตัวแปรในนักเรียนที่เริ่มต้นเรียนพีชคณิตระดับเกรด 7 : บทบาทของปฏิริยาต่อกันของนักเรียน ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่ศึกษาการมีปฏิริยาต่อกันของนักเรียนในห้องเรียน โดยที่นักเรียนทำงานร่วมกันผ่านชิ้นงาน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการบันทึกเสียง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การ

พัฒนาความเข้าใจของความคิดรวบยอดของนักเรียนเกิดจากการได้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน การมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครู และการสะท้อนคิดในตัวของตัวเอง

ผลจากการศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นำไปสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยดังนี้ 1) นิยามของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงออกด้านความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง ทศนิยมและการบวก การลบ การคูณทศนิยม 2) กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน ดำเนินการโดยการนำเสนอสิ่งเร้าให้นักเรียนได้รู้จัก จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าที่นำเสนอไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ใหม่ และนำเสนอมโนทัศน์ที่ได้ในรูปแบบและภาษาของตนเอง 3) มโนทัศน์ที่ใช้สำหรับการวิจัย คือ มโนทัศน์ เรื่อง ทศนิยม และการบวก การลบ การคูณทศนิยม ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่มาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

แนวคิด หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ และควรเป็นหัวใจหลักของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005) การที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยทักษะกระบวนการต่างๆเข้ามาเป็นซึ่งทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ คือ กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถือเป็นทักษะ/กระบวนการหนึ่งของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับ (Houghton Mifflin ,1995; The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005; Ministry of Education Singapore ,2013) ซึ่งในการนำเสนอสาระสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขอเสนอเป็น 3 หัวข้อได้แก่ 1) ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 2) ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ 3) ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4) กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 5) แนวทางการ

พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และ 6) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนำเสนอตามลำดับดังนี้

ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการในการได้มาซึ่งคำตอบ ที่ถูกต้องจากสถานการณ์ที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งผู้ที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านความรู้ที่เป็นเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการคำนวณ และความสามารถด้านการอ่านมาประยุกต์ใช้เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาและดึงเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้นๆ (กรมวิชาการ, 2544: 9-10; สสวท, 2551: 7; อัมพร ม้าคะนอง, 2547: 94; พิชรี ปิยภักดิ์, 2555: 8; จันทรขจร มะลิจันทร์, 2554: 9; NCTM, 2000: 52; Baroody, 1993: 2-8)

ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้หลายกลุ่มขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นักการศึกษาเหล่านั้นนำมาใช้ โดยสรุปแล้วประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็นประเภทได้ดังนี้ (Polya, 1957: 23 - 29; Russel, 1961: 255; Charles and Lester, 1982: 6-10; กรมวิชาการ, 2544: 19-25; Bitter Hatfield and Edward, 1989: 37)

1. แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้จุดประสงค์ของปัญหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภท จัดได้เป็น 2 คือ 1) ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ โดยส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาประเภทนี้มี 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วปัญหาประเภทนี้จะพบมากในปัญหาคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา 2) ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ โดยส่วนสำคัญของปัญหาประเภทนี้มี 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้ และสิ่งที่ต้องการให้พิสูจน์

2. แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบของปัญหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภท จัดได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ปัญหาที่มีรูปแบบ ลักษณะของปัญหาจะเป็นปัญหาที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยการหาคำตอบใช้วิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาในลักษณะนี้จะเป็นปัญหาที่ปรากฏในแบบเรียน โดยทั่วไป 2) ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ คือปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวัน เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงกระบวนการหรือขั้นตอนในการหาคำตอบ ซึ่งอาจต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆช่วยในการหาคำตอบ

3. แบ่งประเภทของปัญหาทฤษฎีโดยใช้หมายเหตุของการฝึกแก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภท จัดได้เป็น 6 ประเภทคือ 1) ปัญหาที่ใช้ฝึก เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอน วิธีการและการคำนวณเบื้องต้น เป็นปัญหาที่ไม่มีความซับซ้อน มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกให้เกิดความชำนาญในการนำความรู้ในเรื่องนั้นมาฝึก 2) ปัญหาขั้นตอนเดียว เป็นปัญหาที่เป็นข้อความหรือตัวเลขที่ใช้การแก้ปัญหาโดยทำเพียงขั้นตอนเดียวแล้วได้คำตอบที่ต้องการ 3) ปัญหาที่ซับซ้อน เป็นปัญหาที่เป็นข้อความหรือตัวเลขที่ใช้วิธีการในการหาคำตอบมากกว่าหนึ่งขั้นตอนในการหาคำตอบ 4) ปัญหากระบวนการ เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการในการหาคำตอบมากกว่าตัวคำตอบ เป็นปัญหาที่ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์และการได้มาซึ่งคำตอบ 5) ปัญหาประยุกต์ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่ต้องใช้ทักษะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบ ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน 6) ปัญหาปริศนา เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบมาจากการเดา บางครั้งใช้เทคนิคเฉพาะ ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา

4. แบ่งประเภทของปัญหาทฤษฎีโดยใช้ลักษณะของปัญหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภท จัดได้เป็น 3 ประเภทคือ 1) ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาที่มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ และให้ความสำคัญกับกระบวนการในการแก้ปัญหามากกว่าคำตอบ 2) ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่มีวิธีการหาคำตอบได้หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น 3) ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการหาคำตอบ เป็นปัญหาที่บอกแนวทางในการหาคำตอบให้ผู้เรียนดำเนินการตามแนวทางนั้นเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่กำหนดให้

จากประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นนำไปสู่ ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) ปัญหาเกี่ยวกับสาระเนื้อหา หมายถึงปัญหาที่เป็นตัวเลข หรือข้อความที่ต้องใช้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นๆ ความสามารถในการคิดคำนวณ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีต่างๆทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาจะมีความซับซ้อนเรียงลำดับจากง่ายไปหาปัญหาที่มีความซับซ้อนมากสอดคล้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2) ปัญหาการประยุกต์ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาเป็นสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งในการหาคำตอบผู้เรียนต้องใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งคำตอบของปัญหาอาจมีเพียงคำตอบเดียวหรือมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆในการแก้ปัญหา นักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไว้หลายวิธี การการสังเคราะห์แนวคิดของนักการศึกษาเหล่านั้นนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ (Billstein Libeskind and Lott, 1990: 18-22; Hatfield Edwarda and Bitter, 1999: 50-60; Kennedy and Tipps, 1997: 11-23; สสวท, 2551: 12-41; อัมพร ม้าคนอง, 2553:44-45)

1. การลงมือแก้ปัญหาเลย เป็นการหาคำตอบของปัญหาโดยการลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจากปัญหาเลยแล้วจึงเห็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2. การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก เป็นการวิเคราะห์และตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆเพื่อลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหา

3. การแก้ปัญหโดยการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆ เป็นยุทธวิธีที่ใช้กับปัญหาที่มีขั้นตอนในการหาคำตอบหลายขั้นตอน โดยการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆแล้วหาคำตอบทีละส่วน คำตอบแต่ละส่วนจะนำไปสู่คำตอบของปัญหานั้น

4. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า เป็นการแก้ปัญหโดยการทำปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้มาก่อน หรือคิดหาวิธีอื่นในการแก้ปัญหานั้นที่ง่ายกว่า

5. การเดาและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆที่ปัญหาคำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นแล้วคาดการณ์ ตรวจสอบและลงข้อสรุปเป็นคำตอบตามการคาดการณ์ของผู้เรียนคนนั้นๆแล้วทำการตรวจสอบคำตอบที่คาดเดาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

6. การเขียนเป็นสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปแบบสมการซึ่งบางครั้งอาจเป็นสมการในการแก้สมการต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมีอะไรบ้างและสิ่งที่ต้องการหาคืออะไรหลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเหล่านั้น

7. การค้นหารูปแบบ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาแล้วค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เป็นระบบแล้วคาดเดาคำตอบจากความสัมพันธ์ที่ได้สร้างขึ้น

8. การวาดภาพ/กราฟ/ตาราง/แผนภาพ เป็นวิธีการหาคำตอบโดยการนำข้อมูลที่กำหนดมาให้มาเขียนในรูปของภาพ/กราฟ/ตาราง/แผนภาพ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหานั้นนำไปสู่การลงข้อสรุปถึงวิธีการในการแก้ปัญหาและได้คำตอบของปัญหานั้น

9. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการหาคำตอบของปัญหาโดยการจัดระบบข้อมูล ในลักษณะของการแยกเป็นกรณีๆที่เกิดขึ้นทั้งหมด แล้วกำจัดกรณีที่ไม่ใช่ข้อออกแล้วค้นหาระบบหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่เพื่อลงข้อสรุปของคำตอบของปัญหานั้น

10. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการคิดหรือเปลี่ยนมุมมองให้แตกต่างจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาลง่ายขึ้น

11. การทำงานแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับ ไปสู่เหตุโดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้ายแล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลในขั้นตอนเริ่มต้น

12. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เป็นการแก้ปัญหโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลในการพิจารณาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ยุทธวิธีเหล่านี้ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ในขอบเขตของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการทำวิจัย

กระบวนการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์เป็นการดำเนินการที่เป็นขั้นตอนและเป็นระบบซึ่งนักการศึกษาทางคณิตศาสตร์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ไว้หลายคลึงกัน โดยกระบวนการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์มีดังนี้ (Polya, 1985: 87; Krulik and Rudnick, 1993: 39-57; จิวรรณ เศวตมาลย์, 2544: 11-13; สลาวท, 2544: 191-192; ไสว พักขาว, 2544: 74-76; จันทรจักร มะลิจันทร์, 2554: 59)

1. **ขั้นอ่านและทำความเข้าใจปัญหา** เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญๆ หลายอย่าง เช่น ทักษะการอ่าน ทักษะการแปลความ ทักษะการตีความ และการสรุปความ โดยเมื่อผู้เรียนอ่านปัญหาแล้วต้องสามารถแยกแยะได้ว่า ข้อความใดเป็นข้อความที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหา แล้วตีความปัญหาที่กำหนดให้นำไปสู่การสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ แล้วสามารถบอกได้ว่าประเด็นของปัญหาอยู่ตรงไหน โจทย์ถามอะไร สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

2. **ขั้นวางแผนแก้ปัญหาว** เป็นขั้นตอนของการมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในปัญหาอย่างชัดเจน โดยในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องนึกทบทวนความรู้ที่มีมาว่ามีความรู้อะไรบ้างที่สัมพันธ์กับปัญหา ข้อความใดที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการแก้ปัญหาว แล้วเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาว และวางแผนในการแก้ปัญหาว

3. **ขั้นดำเนินการตามแผน** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนลงมือการคิดคำนวณ โดยให้ยุทธวิธีและขั้นตอนตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

4. **ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้** เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา ทบทวนคำตอบที่ได้จากการคำนวณ ตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบที่ได้ เพื่อให้แน่ใจว่าได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ มีความสมเหตุสมผล

5. **ขั้นมองย้อนและขยายผล** เป็นขั้นตอนที่ใช้เมื่อคำตอบที่ได้ไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องแล้วมองย้อนกลับไปตรวจสอบกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีการที่ถูกต้องมาใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่และนำวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆต่อไปที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหานั้น โดยในขั้นตอนนี้สิ่งที่ต้องดำเนินการคือ การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากปัญหาเดิม

จากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ในการวิจัยในชั้นของการดำเนินการแก้ปัญหาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ขั้นอ่านและทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ และ 5) ขั้นมองย้อนและขยายผล

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียนมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเรื่องดังกล่าวไว้ดังนี้ (Bitter, 1990: 43-44; สิริพร ทิพย์คง, 2544: 80-81; ปรีชา เนาว่าเย็นผล, 2537: 66-77; อัมพร ม้าคนอง, 2553: 46-47; จันทร์จจร มะลิจันทร์, 2554: 63-64)

1. **พัฒนาความสามารถด้านการอ่านเพื่อทำความเข้าใจปัญหา** โดยการฝึกผู้เรียนให้มีการวิเคราะห์ความสำคัญของโจทย์ วิเคราะห์โจทย์ว่าข้อมูลที่กำหนดมาให้มีเพียงพอ/เกินความจำเป็นหรือขาดข้อมูลส่วนใดบ้าง นำเทคนิคการสร้างทำความเข้าใจโดยการใช้วิธีการเขียนภาพ แผนภาพ เป็นต้นมาใช้เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลอันนำไปสู่การทำความเข้าใจปัญหานั้นๆ และอภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบ

2. **พัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา** โดยการคัดเลือกปัญหาที่น่าสนใจเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนมีประสบการณ์ในเรื่องที่นำมาเป็นปัญหา มีความยากง่ายปะปนกันให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาในลักษณะเดียวกันหลายๆข้อ และมีปัญหาหลายรูปแบบให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ

3. **พัฒนาความสามารถในการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา** โดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา ปัญหาแต่ละข้ออาจมีการใช้ยุทธวิธีมากกว่าหนึ่งยุทธวิธีดังนั้นควรส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกหาแนวทางในการหาคำตอบหลายๆแนวทาง

4. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ โดยการให้อิสระแก่นักเรียนในการแก้ปัญหา ให้ความสำคัญพอในการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดต่างๆ หรือเขียนขั้นตอนในการหาคำตอบ เพื่อเพื่อนๆจะได้ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหา โดยการให้นักเรียนได้มีการวางแผนก่อนการลงมือแก้ปัญหา มีการคาดคะเนความเป็นไปได้ของคำตอบ เทียบเคียงปัญหาที่พบกับปัญหาที่เคยเรียนมาก่อน เมื่อได้คำตอบแล้วมีการตรวจสอบถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ หากพบข้อผิดพลาดส่งเสริมให้มีการตรวจสอบว่าผิดพลาดตรงจุดใดบ้างแล้วดำเนินการแก้ไขให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

6. บทบาทของครูในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน โดยครูจะต้องตรวจสอบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่สำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องนั้นๆ หากพบว่า ผู้เรียนยังมีความรู้ไม่เพียงพอ ต้องสอนเสริมหรือทบทวนความรู้เหล่านั้นก่อน ครูไม่ควรบอกวิธีแก้ปัญหาให้ผู้เรียนโดยตรง แต่ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดเอง โดยครูอาจช่วยเหลือโดยการถามคำถามในประเด็นที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา หากนักเรียนยังไม่เข้าใจครูควรเปลี่ยนปัญหาใหม่ที่มีความง่ายกว่าปัญหาเดิมแต่ยังคงเป็นเรื่องเดิมนั้นไว้เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นวิธีการในการหาคำตอบของปัญหานั้น

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นนำไปสู่แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้คือ 1) ก่อนที่จะให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาในเรื่องใดๆต้องมีการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนว่ามีเพียงพอหรือไม่ หากพบว่าไม่เพียงพอจะมีการทบทวนหรือสอนเสริมในความรู้เหล่านั้นก่อน 2) ส่งเสริมการทำความเข้าใจกับปัญหาโดยการให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาและสรุปปัญหาด้วยภาษาของตนเอง 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กิจกรรมกลุ่มช่วยช่วยในการแก้ปัญหา 4) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดต่างๆในการแก้ปัญหา โดยการให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการคิดให้เพื่อนๆ โดยอาจใช้การเขียนหรือการพูดเพื่อให้เพื่อนๆ ได้อภิปรายเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม 5) ปัญหาที่นำมาใช้เป็นปัญหาที่สอดคล้องกับสาระที่เรียนในเรื่องนั้นๆและนำปัญหาที่ผู้เรียนมีประสบการณ์มาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยมีความยากง่ายปะปนกัน 6) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการหาคำตอบที่หลากหลายและเหมาะสม และ 7) ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคาดคะเนคำตอบ และตรวจสอบคำตอบอย่างเป็นระบบ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการสังเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย (Adams and Eills, 1997: 174-175; Baroody, 1993: 2-10; Charles and Lester, 1982: 10-12; Polya, 1957: 225; ปรีชา เนาว่าเอ็นผล, 2537: 66; สมเดช บุญประจักษ์, 2540: 31-32; สุนันท์ ฉิมวิทย์, 2543: 23; จิรายุส สมานมิตร, 2555: 20-21; พัชรี ปิยภักดิ์, 2555: 16-18)

1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน ได้แก่

1.1 ความสามารถด้านภาษา ได้แก่ ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการรู้ความหมายของคำ ความสามารถในการแปลความ ตีความ สรุปความ ความสามารถในการวิเคราะห์ และหาความสัมพันธ์

1.2 ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแปลงเป็นประโยคสัญลักษณ์ความสามารถในการให้เหตุผล การคาดคะเนและการตรวจสอบคำตอบ ความยืดหยุ่นในการคิด ความคุ้นเคยกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

1.3 ความรู้ลึก ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเอง เจตคติที่มีต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การแสวงหาความรู้เพิ่มเติม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของแต่ละคน

2. ปัจจัยด้านสภาพสิ่งแวดล้อม ได้แก่ บรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วิธีการพัฒนาที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การให้เวลาที่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่นำมาเป็นสื่อในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยครูผู้จัดการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นทั้งด้านภาษาและด้านคณิตศาสตร์และเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนขาด ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ใช้ประสบการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนเข้ามาเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ให้เวลาเพียงพอต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างๆ เข้ามาช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ปัจจัยที่ส่งผลทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความสัมพันธ์กับเพื่อน การเห็นคุณค่าในตนเอง ความสามารถด้านการใช้ภาษา และการมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนปัจจัยที่ส่งผลทางลบคือ ความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ส่วนใหญ่มี 5 ขั้นตอน ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ เริ่มจากการทบทวนความรู้เดิม สอนเนื้อหาใหม่ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอนที่นำมาใช้เป็นหลักในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการสรุปความรู้และนำความรู้ไปใช้การแก้ปัญหา

ดังแสดงในผลการวิจัยต่อไปนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

แหลมทอง ตำราญสุข (2552: 181-182) ที่ศึกษา เรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ สัมพันธภาพกับเพื่อน การเห็นคุณค่าในตนเอง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และการกำกับตนเอง

เขวาลักษณ์ คุกขุนทด (2555: 212- 213) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยด้านรูปแบบการเรียนรู้และความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบ ได้แก่ ปัจจัยด้านการวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งส่งผลลบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมมือส่งผลบวกต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหาและขั้นตรวจสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และส่งผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นดำเนินการตามแผน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิรายุทธ สมานมิตร (2555: 168 - 170) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผลการวิจัยพบว่า ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านเหตุผล และทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความถนัดด้านภาษาส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความวิตกกังวลส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความถนัดในด้านเหตุผลส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นตรวจสอบผล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และส่งผลต่อขั้นวางแผนการแก้ปัญหา และขั้นดำเนินการตามแผน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการรับรู้ความสามารถของตนส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นทำความเข้าใจปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ริจเวย์ (Ridgeway, 1980: 150) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ เพศ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่า เพศไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ซูอินน์และเอ็ดเวิร์ด (Suinn and Edward, 1986: 576 - 580) ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่มีความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีเกรดเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554: 179-180) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ความตระหนักรู้ในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีขั้นตอนในการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา 3) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 4) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา 5) ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา ซึ่งผลการวิจัย พบว่า

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วราภรณ์ โชติรัตนกุล (2554: 165-166) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต 2 มิติ และ 3 มิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ พบว่า รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นเน้นวิธีสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนในการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสำรวจประเด็นปัญหา (Explore Problem) 2) ขั้นค้นหาวิธีการแก้ปัญห (Find Solution) 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญห (Problem solving process) 4) เสนอคำตอบหรือผลการแก้ปัญห (Provide answers) และ 5) ขั้นประเมินผลการแก้ปัญห (Evaluate the problem) และผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นในระดับมาก

พัชรีย์ ปิยภักดิ์ (2555: 170-172) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผลการวิจัยพบว่า กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ทบทวนความรู้เดิม (Reviewing) 2) เรียนรู้จากการปฏิบัติ (Acting) 3) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) 4) สร้างความรู้ (Constructing) และ 5) นำไปใช้ (Applying) และผลจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณวิสา จันทร์สุนทรภาพร (2557: 201-202) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญห และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสร้าง ความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมิน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

“คณิตศาสตร์คือการให้เหตุผล” (NCTM, 1989, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2551: 19) และการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจคณิตศาสตร์มีเจตคติที่ดีและเกิดความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์ (NCTM, 1989, อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2551: 19)

ความหมายของการกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการให้คำอธิบายที่น่าเชื่อถือให้กับข้อสรุปของตนเองเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่โดยการอ้างอิงข้อสรุปของตนเองกับแนวคิด/ทฤษฎี/หลักการทางคณิตศาสตร์ที่มีนักการศึกษาได้ค้นพบมาแล้ว หรือการสร้างข้อสรุปของตนเองให้เป็นที่ยอมรับโดยการวิเคราะห์/เชื่อมโยงหลักการ/แนวคิด/ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่มีมาก่อนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปใหม่ที่ตนเองค้นพบ (O' Daffer, 1990: 378; NCTM, 2000: 56; สสวท, 2550: 49-50; เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2551: 19; จิตติมา ชอบเอียด, 2551: 26; ชลธิชา ทับทิว, 2554: 43; พัชรีย์ ปิยภักดิ์, 2555: 19; ชินรัตน์ สังทร, 2556: 46)

ประเภทของกระบวนการในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ตรงกัน โดยแบ่งประเภทของกระบวนการในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประเภท คือ (Eysenck, Arnold and Meili, 1972: 214; O' Daffer, 1990: 378; Baroody and Coslick, 1998: 2-61; สสวท, 2546: 23-23; พัชรีย์ ปิยภักดิ์, 2555: 19)

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง วิธีการให้เหตุผลของข้อสรุปที่เกิดจากการ ศึกษา/สังเกต หรือทดลองหลายๆครั้ง จากกรณีย่อยๆแล้วนำมาสู่การลงข้อสรุปเป็นความรู้ เช่นการสังเกตแบบรูป เพื่อหาความสัมพันธ์จนนำไปสู่การหาจำนวนที่อยู่ในลำดับถัดๆไปได้

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึง วิธีการให้เหตุผลของข้อสรุปที่เกิดจาก การนำ กฎ แนวคิด หลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่มีมาก่อน มาใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อสรุปหรือตัวความรู้นั้นๆ

3. การให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Intuitive Reasoning) หมายถึง วิธีการให้เหตุผลของข้อสรุป ที่เกิดจากการใช้ประสบการณ์ของผู้นั้นในการอธิบาย หรือเป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ ลงสังหรณ์ ไม่มีข้อมูล/หลักฐานที่จำเป็นประกอบการให้เหตุผล ตัดสินใจจากความรู้สึกภายใน ซึ่งเหตุผลที่ได้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning)และแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เนื่องจากเป็นที่วิธีการในการให้เหตุผลที่นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นตรงกันว่าข้อสรุปที่ได้มีความน่าเชื่อถือ และเป็นสิ่งที่จะนำไปสู่การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ

แนวทางการพัฒนากระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีกระบวนการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้ดังนี้ (Baroody and Coslick, 1998: 2-30; ศสวท, 2547: 3, 15-19; เวชฤทธิ อังคนะภัทรขจร, 2551: 20-23; อัมพร ม้าคะนอง, 2553: 50; ชินรัตน์ สังหรณ์, 2556: 54)

1. ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ควรมีการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) พยายามส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยากและนักเรียนสามารถเข้าใจได้ 2) จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ 3) ส่งเสริมให้มีกิจกรรมให้มีการตั้งคำถาม กระตุ้นความคิด อธิบาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งแจ้งเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน

2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการสอนเนื้อหาตามปกติ 2) ให้นักเรียนพบกับโจทย์หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ ไม่ยากเกินความสามารถที่จะคิดให้เหตุผลในการหาคำตอบ 3) ถามบ่อยๆ ใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง และควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล นอกจากนั้นแล้วส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการช่วยเติมเต็มการให้เหตุผลของเพื่อนด้วย 4) ให้นักเรียนฝึกคิดและฝึกให้เหตุผล ฝึกเขียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนทำเพื่อหาคำตอบ และให้เหตุผลในการอธิบายหรืออภิปราย 5) ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ประเมินการให้เหตุผลของผู้อื่น ใช้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบหรือพิจารณาความถูกต้อง 6) จัดกิจกรรมให้ นักเรียนมีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ซึ่งแจ้งเหตุผลของแนวคิด ด้วยวิธีการต่างๆ

3. ด้านบทบาทของครูผู้สอน ควรมีแนวทางการส่งเสริมความสามารถด้านกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ดังนี้ 1) ให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนฝึกรับฟังและทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น 2) ต้องทำให้ นักเรียนรู้ว่า ครูให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผลของนักเรียน และครูควรเสริมแรงทันทีที่นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม 3) ครูต้องมีเทคนิค สื่อการสอน กิจกรรมที่ผสมผสานการฝึกการคิดและให้เหตุผลอย่างต่อเนื่องควบคู่กับการสอนเนื้อหาตามปกติ

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนการสอน โดยการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลประเภทนิรนัยและอุปนัยในการอธิบายเหตุผลประกอบแนวคิดของตน โดยผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ แล้วส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ พร้อมกับให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และประเมินการให้เหตุผลของตนเองและเพื่อน ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่มีความเหมาะสม จัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมและแสดง

พฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวีธีพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด ด้วยวิธีการต่างๆ โดยครูให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนฝึกรับฟังและทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น และมีการเสริมแรงทันทีให้กับนักเรียนมีการให้เหตุผลที่เหมาะสม และให้กำลังใจกับนักเรียนที่มีความพยายามในการแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตนและช่วยเหลือนักเรียนประสบความสำเร็จในการอธิบายเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเองหรือปรับปรุงแนวคิดที่เข้าใจคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ และความเชื่อมั่นในตนเองด้านคณิตศาสตร์

2. วิธีการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น การใช้ปัญหาปลายเปิด การสอนแบบรู้คิด (CGI) การสอนแบบร่วมมือ และการสอนแบบอุปนัย-นिरนัย ดังแสดงในผลการวิจัยต่อไปนี้

เชดศักดิ์ ตันภูมิ (2550: 182-183) ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพหุระดับกับความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรปัจจัยระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ และความเชื่อมั่นในตนเองด้านคณิตศาสตร์

จิตติมา ขอบละเอียด (2551: 183-184) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนใช้ปัญหาปลายเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เวชฤทธิ์ อังกะระภัทรขจร (2551: 176) ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้น คือ 1) ขั้นนำเสนอปัญหา 2) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล 3) ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ 4) ขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้านทักษะการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์

พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และการแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด

รัชนี ภูพัชรกุล (2551: 180) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดและวิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลธิชา ทับทวี (2554: 191) ศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนจับคู่กัน 2 คน โดยแต่ละความสามารถเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชิติมา อุดมพรมนตรี (2555: 175-176) ศึกษาเรื่องปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปัจจัยด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีรรัตน์ สังสรรค์ (2556: 189-190) ศึกษาเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นสอน 3) ขั้นพิสูจน์ และ 4) ขั้นประเมินผล

กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง กระบวนการในการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์รวมถึง การนำเสนอในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ ได้ตอบระหว่างผู้รับสารกับผู้ส่งสารเพื่ออธิบาย แสดงความคิดเห็น หรือตอบคำถามหรือปฏิบัติ กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน และถูกต้องเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (จิรากร สำเร็จ, 2551: 15; สสวท, 2551: 70; อัมพร ม้าคนอง, 2553: 9; พรรณทิภา ทองนวล, 2554: 129; พัชรีย์ ปิยภักดิ์, 2555: 22; ประวี อ่อนสะอาด, 2556: 7)

ประโยชน์ของกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

ประโยชน์ของกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ สามารถสรุปได้เป็น 3 ด้านดังนี้ (Mumme and Shepherd, 1993: 7-11; สสวท, 2551: 70; ประวี อ่อนสะอาด, 2556: 40; ธินรัตน์ สังห์, 2556: 77)

1. ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับครู โดยการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ก่อให้เกิด ประโยชน์ ดังนี้ 1) เป็นช่องทางให้ครูได้ถ่ายทอดความรู้ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ไปสู่ นักเรียน 2) ช่วยให้ผู้รู้กระบวนการคิดของนักเรียน โดยการอาศัยการส่งสาร ในลักษณะต่างๆ ที่นักเรียนแสดง ออกมาให้เห็น

2. ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนคือ 1) ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมี ความหมาย เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่กว้างขวางและจดจำได้นานขึ้น 2) ช่วยส่งเสริมความ เข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียนผ่านทาง การอธิบายและถ่ายทอดความคิดของตนเองออกมาให้ ผู้อื่นได้รับทราบ และการฟังความคิดของผู้อื่นแล้วพิจารณาความคิดของผู้อื่นที่แตกต่างกันออกไป จากความคิดของตนเอง โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิดแก่ผู้เรียนให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น 3) ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อ ความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดกัน 4) ช่วย เสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนแสดงความคิดเห็น เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริง ผู้เรียนควรฝึกใช้ ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของตนเองให้มาก เพื่อผู้เรียนจะได้เป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วย ตนเอง

3. ประโยชน์ในด้านบรรยากาศการเรียนรู้คือส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เพราะการได้พูดได้ฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ การมี ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน เป็นการเสริมสร้างความสุขในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น ล้วนแสดงให้เห็นว่ากระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นกระบวนการที่เป็นประโยชน์ในการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ เรื่องกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ จึงเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ผู้วิจัยนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน

แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

ครูถือว่ามโนทัศน์สำคัญในการกำหนดทิศทางของการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอของนักเรียน ซึ่งแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถดังกล่าวนี้ สรุปได้ ดังนี้ (NCTM, 2000: 270-272; สสวท, 2551: 74-75; วรรณศิริ หลงรัก, 2553: 78; พรรณทิภา ทองนวล, 2554: 134; ชีณรัตน์ สังหร, 2556: 82; ประวี อ่อนสอาด, 2556: 42)

1. จัดสภาพห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสนทนา อธิบาย อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างอิสระ
2. ครูควรเป็นทั้งผู้พูดและผู้ฟังที่ดี เพื่อรับฟังความคิดเห็นต่างๆของนักเรียน
3. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสามารถ ประสบการณ์ของนักเรียน โดยเลือกนำประสบการณ์ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสิ่งใกล้ตัวของนักเรียนมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
4. ในการส่งสารจากครูไปสู่นักเรียนควรส่งสารที่ละน้อย เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาของสารนั้นๆ
5. ใช้กระบวนการกลุ่มในการส่งเสริมพัฒนาการในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ได้มีโอกาสได้ สื่อสารในลักษณะต่างเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ และได้ข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม
6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง คือ ให้นักเรียนมีโอกาสซักถาม หลังจากการฟังคำอธิบาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิดหรือเหตุผลที่ต่างออกไปหรือได้ลงมือปฏิบัติ
7. ครูกำหนดชิ้นงานที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการสื่อสารที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2) มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี 3) อนุญาตให้นักเรียนแสดงการเป็นตัวแทน(Representations) ได้หลากหลาย 4) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล และการคาดเดาในการแก้ปัญหา

8. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้สึภาคภูมิใจและประสบความสำเร็จ คือ การท้าทายให้นักเรียนได้คิด หรือได้ทำ เพราะเมื่อนักเรียนทำได้สำเร็จจะเกิดความภาคภูมิใจ

9. ให้นักเรียนได้รับทราบผลการสื่อสารของตนเองทันที เพื่อให้ นักเรียนได้ทราบว่านักเรียนสามารถกับสารได้ดีเพียงใด

การแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ไว้ข้างต้น สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวทางดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยการจัดกิจกรรมกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงประสบการณ์ของนักเรียนและนำสถานการณ์ เรื่องใกล้ตัวนักเรียนมาเป็นเรื่องในการกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกด้านการสื่อสารในลักษณะต่างๆ เช่นการพูด การอธิบาย การอภิปราย การวาดภาพ แล้วให้ผลย้อนกลับทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้รับทราบความสามารถของตนเองและเกิดความรู้สึภาคภูมิใจในการเรียนรู้ของตนเอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ พบว่า

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอคือ การที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
2. รูปแบบการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เช่น การสอนแบบ 4 MAT การสอนแบบ TAI การสอนแบบอุปนัย-นิรนัย เป็นต้น

ดังแสดงในผลการวิจัยต่อไปนี้

ปริญญา สองสีดา (2550: 200) ศึกษาเรื่องทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทภัท พลเดมา (2550: 179) ศึกษาเรื่อง รูปแบบความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงสาเหตุขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการสื่อสารทาง

คณิตศาสตร์ คือ การทำงานกลุ่มและพฤติกรรมการสอน โดยมีขนาดอิทธิพล เท่ากับ .04 และ .03 ตามลำดับ จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้เสนอแนะให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และการทำงานกลุ่มนั้นควรเป็นการทำงานกลุ่มเพื่อร่วมกันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

จิตติมา ขอบละเอียด (2551: 183-184) ศึกษาเรื่อง การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรวี อ่อนสะอาด (2556: 158-159) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล(TAI) กับการสอนตามปกติ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล(TAI) เป็นวิธีสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนรู้แบบร่วมมือและการสอนรายบุคคล โดยมีขั้นตอนการจัดการกิจกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนจัดกลุ่มนักเรียนโดยแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คนแบบละความสามารถ 2) ขั้นนำเสนอบทเรียน 3) ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย 4) ขั้นการทดสอบย่อย 5) ขั้นการทดสอบประจำหน่วย และ 6) ขั้นการให้คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีรรัตน์ สังข์ (2556: 189-190) ที่ศึกษาเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นสอน 3) ขั้นพิสูจน์ และ 4) ขั้นประเมินผลผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัย สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูดของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ เพราะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การผสมผสาน เนื้อหา สาระและหลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกันมาจัดให้เป็นระบบ และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (NCTM, 2000: 102; Dossey, 2002: 81; บุญญาธิقا แซ่หล่อ, 2550: 14; สนฤดี ศรีสวัสดิ์, 2551:80 ; อัมพร ม้าคอง, 2553: 60; พัชรี ปิยภักดิ์, 2555: 23)

ประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2547: 50-51; เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร, 2551: 24; อัมพร ม้าคอง, 2553: 181; วรณวิสา จันท์สุนทรภาพร, 2557: 67)

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คือ การเชื่อมโยงที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกัน ตั้งแต่การเชื่อมโยงของความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหนึ่งไปสู่อีกเนื้อหาหนึ่ง การเชื่อมโยงจากทักษะหนึ่งไปสู่อีกทักษะหนึ่ง ที่อยู่ภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้ต่างระดับชั้นกันก็ได้

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ คือ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับกลุ่มสาระอื่นๆในส่วนที่มีความเกี่ยวข้องและสามารถแสดงออกถึงการเชื่อมโยงกันได้

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นมองเห็นความสัมพันธ์ หรือสร้างความสัมพันธ์ โดยการนำคณิตศาสตร์ไปเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่มีความสัมพันธ์กัน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำการเชื่อมโยงทั้ง 3 ประเภทมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเชื่อมโยงจนนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ครูถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญในการวางแผน จัดกิจกรรมและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยแนวทางที่ครูสามารถใช้สำหรับการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (Kennedy and Tipps , 1994: 194-198; Basil, 1999:8-12; NCTM, 2000: 274-277; Kyle , 2001: 80-86; เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร, 2551: 28; อัมพร ม้าคอง, 2553: 61; วรณวิสา จันท์สุนทรภาพร, 2557: 71)

1. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยการจัดเป็นกลุ่มย่อย
2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรและส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่างๆทางคณิตศาสตร์
3. จัดการเรียนรู้โดยการพิจารณาเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ด้วยกันเพื่อให้ นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ อันจะทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น
4. จัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม โดยการนำสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ใกล้ตัว หรือสถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์มาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการนำความรู้และทักษะทางคณิตมาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อฝึกให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตกับศาสตร์อื่นๆ และชีวิตจริง โดยทำควบคู่กับการสอนเนื้อหาปกติ
6. เริ่มต้นจากการสอนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ไปสู่การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น เช่นการเชื่อมโยงภายในวิชา โดยเริ่มจากการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เชื่อมโยงความรู้หนึ่งหนึ่งไปสู่อีกความรู้หนึ่ง
7. กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วและพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามและอภิปรายคำถาม
8. กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจในความคิดรวบยอดใหม่ of นักเรียน
9. ให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมนั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่างๆที่สอดคล้องกับปัญหาที่จัดการเรียนรู้
10. ส่งเสริมให้นักเรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียน เพื่อเป็นการช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดรวบยอดทางคณิตกับศาสตร์อื่นๆและชีวิตจริง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปใช้ โดยการจัดบรรยากาศของห้องเรียนให้เอื้อต่อการเชื่อมโยงความรู้โดยการให้นักเรียนมีกิจกรรมของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย มีการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้และมโนทัศน์นั้นไปสร้าง

ความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้ในลักษณะภายในกลุ่มสาระ ระหว่างกลุ่มสาระ และในชีวิตประจำวัน โดยการให้นักเรียนได้แสดงออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่นการอธิบาย การวาดภาพ และการอภิปราย โดยสถานการณ์ที่จะนำมาใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้คือเนื้อหาตามหลักสูตร โดยการประยุกต์ใช้สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์เรื่องราวใกล้ตัวนักเรียน และเหตุการณ์ในชีวิตจริงมาใช้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ เช่น การสอนแบบ รู้คิด (CGI) การสอนแบบร่วมมือ และการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น

ดังแสดงในผลการวิจัยต่อไปนี้

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจจร (2551: 176) ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเสนอปัญหา 2) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล 3) ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ 4) ขั้นการบูรณาการแนวคิดและเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง ซึ่งผลการวิจัยพบว่าด้านการเชื่อมโยง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 และจากผลการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนสามารถนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้ โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นอย่างไร

ประจบ แสงสีบบ (2556: 184) ศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกับการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียม 2) ขั้นนำเสนอทเรียน 3) ขั้นกิจกรรมกลุ่ม 4) ขั้นตรวจผลงานและทดสอบ 5) ขั้นสรุปทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ซึ่งผลการวิจัยพบว่าทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณวิสา จันทรสุนทรภาพร (2557: 195) ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมิน โดยผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จินตนาการและวิจารณญาณในการพัฒนา คิดค้น ประยุกต์ ต่อเติมความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่างๆที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ หรือความรู้ใหม่ (กุลภัสสร ศิริพรรณ, 2545: 17; อาทิตย์ อาจหาญ, 2547: 29; สสวท, 2551: 133-135 ; ณัฐพงศ์ วงศ์สุ่ย, 2552: 26; วิรลพัชร เลิศจิราพัฒน์, 2552: 25; สาลินี เรืองจ้อย, 2554: 39; ปฎิมา สิงห์ศรี, 2554: 38)

องค์ประกอบของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยพื้นฐานของการคิดอย่างน้อย 4 ลักษณะคือ (Guilford, 1969: 145-151; Torrance, 1973: 91-95; อารี พันธุ์มณี, 2537: 34-39; สาลินี เรืองจ้อย, 2554: 29)

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดา เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม หรืออาจเกิดจากการนำเอาความรู้มาคิดดัดแปลงประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

2. ความคิดคล่องแคล่ว(Fluency) คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) คือ ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทั้ง 4 แบบ ประกอบไปด้วย 1)ความคิดริเริ่ม (Originality) 2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) 3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) 4) ความคิดละเอียดลออ(Elaboration) ไปใช้ในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการเรียนการสอน

การส่งเสริมและพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาให้นักเรียนมีความความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 ลักษณะ คือ ความคิดริเริ่ม (Originality)ความคิดคล่องแคล่ว(Fluency)ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)และความคิดละเอียดลออ(Elaboration) ได้มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดสำหรับพัฒนาผู้เรียน ดังนี้ (อาร์ พันธ์ณี, 2547: 92-93, อ้างอิงจาก Blount and Klausmier, 1968; ปฎิมา สิงห์พร, 2554: 33-34, อ้างอิงจาก Torrance, 1969; ชีรเชษฐ เรื่องสุขอนันต์, 2554: 21; พิชรี ปิยภัณฑ, 2555: 25)

1. จัดบรรยากาศของห้องเรียนให้เอื้อต่อการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดย

1.1 ให้นักเรียนมีการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเสนอแนวคิดได้หลายๆวิธี

1.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษา แนะนำของครูผู้สอน

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์โดย

2.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ปัญหาเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้

2.2 ส่งเสริมให้นักเรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามแปลกๆของนักเรียน โดยไม่มุ่งเน้นคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว

2.3 กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้โอกาสและเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องเด็กที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.4 เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

3. บทบาทของครูโดยในการจัดการเรียนรู้ ครูควรดำเนินการดังนี้

3.1 ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

3.2 ส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถามที่แปลกๆของเด็ก และควรกระตุ้นให้เด็กได้วิเคราะห์ค้นหา เพื่อพิสูจน์การคาดเดาโดยใช้การสังเกตและประสบการณ์ของเด็กเอง

3.3 แสดงให้เห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

3.4 ช่วยให้นักเรียนคิดหาวิธีการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาหลายวิธี

3.5 ต้องพึงระลึกว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็กต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป

3.6 อย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลแต่เฉพาะผลงานหรือการกระทำซึ่งมีผู้ทำเป็นที่นิยมมาแล้ว ผลงานที่แปลกใหม่ควรมีโอกาสได้รับรางวัลหรือคำชมด้วย

จากแนวทางการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ข้างต้นนำไปสู่การประยุกต์ในใช้การวิจัยคือ การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แก่นักเรียน ให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษา แนะนำของครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ปัญหาเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองแสดงให้เห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเองและยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์พบว่า

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการของครู

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการระดมสมอง เป็นต้น

ดังแสดงในผลการวิจัยต่อไปนี้

ณัฐพงศ์ วงศ์สุ่ย (2552: 185) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองและพฤติกรรมการสอนของครู

วิรัชพัชร เลิศจิราพัฒน์ (2552: 191-192) ที่ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยส่งผลทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ โดยส่งผลทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สาลินี เรืองจ้อย (2554: 185-186) ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ในชั้นสอนจะนำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยพิจารณาจากเนื้อหาที่เห็นว่าเหมาะสมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดประเภทใด จากนั้นให้นักเรียนแก้ปัญหาปลายเปิด โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดได้อย่างอิสระ รวมถึงสามารถสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นของตนเอง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีรเชษฐ เรื่องสุขอนันต์ (2554: 188) ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่องเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ และกระบวนการระดมสมอง ซึ่งในระหว่างลงมือปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนจะได้มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดการแก้ปัญหา และฝึกฝนประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งแต่ละปัญหามีผลเฉลยมากกว่าหนึ่งผลเฉลย นักเรียนได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ภายหลังจากแก้ปัญหานักเรียนได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและการอภิปรายผลการแก้ปัญหานำชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้เปิดประเด็นอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองมากขึ้น นักเรียนสามารถ 1) คิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด 2) คิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่ต่างกัน 3) คิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และ 4) คิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้

จากสิ่งที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น นำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและการสร้างสรรค์ชิ้นงานทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาครั้งนี้

ทักษะกระบวนการที่พัฒนาได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3) กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ดังนี้

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นอ่านและทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ และ 5) ขั้นมองย้อนและขยายผล

1.2 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) ปัญหาเกี่ยวกับสาระเนื้อหา หมายถึงปัญหาที่เป็นตัวเลข หรือข้อความที่ต้องใช้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นๆ ความสามารถในการคิดคำนวณ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีต่างๆทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาจะมีความซับซ้อนเรียงลำดับจากง่ายไปหาปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก สอดคล้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2) ปัญหาการประยุกต์ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาเป็นสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งในการหาคำตอบผู้เรียนต้องใช้สมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งคำตอบของปัญหาอาจมีเพียงคำตอบเดียวหรือมากกว่าหนึ่งคำตอบ

1.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ คือ 1) ก่อนที่จะให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาในเรื่องใดๆต้องมีการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนว่ามีเพียงพอหรือไม่ หากพบว่าไม่เพียงพอจะมีการทบทวนหรือสอนเสริมในความรู้ที่นั้นๆก่อน 2) ส่งเสริมการทำความเข้าใจกับปัญหาโดยการให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาและสรุปปัญหาด้วยภาษาของตนเอง 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กิจกรรมกลุ่มช่วยในการแก้ปัญหา 4) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดต่างๆในการแก้ปัญหา โดยการให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการคิดให้เพื่อนๆ โดยอาจใช้การเขียนหรือการพูดเพื่อให้เพื่อนๆได้อภิปรายเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม 5) ปัญหาที่นำมาใช้เป็นปัญหาที่สอดคล้องกับสาระที่เรียนในเรื่องนั้นๆและนำปัญหาที่ผู้เรียนมีประสบการณ์มาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยมีความยากง่ายปะปนกัน 6) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการหาคำตอบที่หลากหลายและเหมาะสม และ 7) ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคาดคะเนคำตอบ และตรวจสอบคำตอบอย่างเป็นระบบ

1.4 ปัจจัยที่ช่วยให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ คือ ครูผู้จัดการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นทั้งด้านภาษาและด้านคณิตศาสตร์และเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนขาด ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ใช้ประสบการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนเข้ามาเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในการแก้ปัญหา จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ให้เวลาเพียงพอต่อการแก้ปัญหา และใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาต่างๆเข้ามาช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา

2. กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.1 ใช้กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)

2.2 แนวทางการส่งเสริมกระบวนการให้เหตุผล โดยการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลประเภทนิรนัยและอุปนัยในการอธิบายเหตุผลประกอบแนวคิดของตน โดยผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ แล้วส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ พร้อมกับให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และประเมินการให้เหตุผลของตนเองและเพื่อนๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่มีความเหมาะสม จัดกิจกรรมให้ นักเรียนมีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด ด้วยวิธีการต่างๆ โดยครูให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนฝึกรับฟังและทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น และมีการเสริมแรงทันทีให้กับนักเรียนมีการให้เหตุผลที่เหมาะสมและให้กำลังใจกับนักเรียนที่มีความพยายามในการแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเองและช่วยเหลือนักเรียนประสบความสำเร็จในการอธิบายเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเองหรือปรับปรุงแนวคิดที่เข้าใจคลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง

3. กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

3.1 กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง กระบวนการในการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์รวมถึงการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์รวมถึงการ มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้รับสารกับผู้ส่งสารเพื่ออธิบาย แสดงความคิดเห็น หรือตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน และถูกต้องเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

3.2 แนวทางในการพัฒนากระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ โดยการจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยการจัดกิจกรรมกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงประสบการณ์ของนักเรียนและนำเสนอสถานการณ์ เรื่องใกล้ตัวนักเรียนมาเป็นสื่อในการ กระตุ้นให้

นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกด้านการสื่อสารในลักษณะต่างๆ เช่น การพูด การอธิบาย การอภิปราย การวาดภาพ แล้วให้ผลย้อนกลับทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความสามารถของตนเองและเกิดความรู้ที่ภาคภูมิใจในการเรียนรู้ของตนเอง

4. กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.1 ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการเชื่อมโยง 3 ลักษณะ คือ 1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ 3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

4.2 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปใช้ โดยการจัดบรรยากาศของห้องเรียนให้เอื้อต่อการเชื่อมโยงความรู้โดยการให้นักเรียนมีกิจกรรมของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย มีการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้และมโนทัศน์นั้นไปสร้างความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้ในลักษณะภายในกลุ่มสาระ ระหว่างกลุ่มสาระ และในชีวิตประจำวัน โดยการให้นักเรียนได้แสดงออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น การอธิบาย การวาดภาพ และการอภิปราย โดยสถานการณ์ที่จะนำมาใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้คือเนื้อหาตามหลักสูตร โดยการประยุกต์ใช้สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์เรื่องราวใกล้ตัวนักเรียน และเหตุการณ์ในชีวิตจริงมาใช้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

5.1 ลักษณะของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ คือ 1) ความคิดริเริ่ม (Originality) 2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) 3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

5.2 แนวทางการพัฒนานักเรียนให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แก่นักเรียน ให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษา แนะนำของครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ปัญหาเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองแสดงให้เห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเองและยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

การผลการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของไทยและประเทศต่างๆ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) ผู้วิจัยนำมาใช้ในการกำหนดรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และมีผลการสังเคราะห์หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังตารางที่ 11



ตารางที่ 11 ผลการสังเคราะห์หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

หลักการ แนวคิด ทฤษฎี	กระบวนการจัดการเรียนการสอน				
	ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P)	ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการ กำหนดเป้าหมายในการ เรียน: (Participating : P)	ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์ และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P)	ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ ใหม่ (Presenting: P)	ขั้นที่ 5 ปฏิบัติให้เกิดความ ชำนาญ (Practicing : P)
ทฤษฎีการสร้างความรู้ ด้วยตนเอง (Constructivism)	1. การเรียนรู้เกิดขึ้น โดยการกระตุ้นด้วยปัญหาเพื่อให้เกิดให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ส่งผลให้นักเรียนจะพยายามปรับ โครงสร้างของปัญญาให้เข้าสู่ สภาวะสมดุลย์ โดยวิธีการดูดซึม และปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลย์ อันนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาในตนเอง				
	2. การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม ระหว่างกลุ่มเพื่อนและครู โดยนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือจากครูเพื่อให้ก้าวพ้นพื้นที่ รอยต่อพัฒนาการ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สูงขึ้น โดยการเสริมต่อการเรียนรู้				
ทฤษฎีการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ(Theory of Cooperative Learning)	1. การเรียนรู้เกิดขึ้น ได้โดยกระบวนการเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ที่มีการกละเทศ และความสามารถของผู้เรียนเพื่อดำเนินกิจกรรมในการหาความรู้				
	2. เป้าหมายสำคัญ คือ ความสำเร็จของกลุ่มเกิดมาจากความสำเร็จของสมาชิกภายในกลุ่มทุกคน ซึ่งการจะประสบความสำเร็จได้ต้องเกิดจากความ ร่วมมือในการปฏิบัติงานของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม โดยประสิทธิภาพของกลุ่มสะท้อนให้เห็นได้จากการทำงานที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีการทำงานอย่าง ร่วมมือกัน และสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้บรรลุตามเป้าหมายของภาระงานแต่ละอย่างที่ได้รับมอบหมาย				
รูปแบบการเรียนโดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem- based Learning)		ขั้นที่ 1 สังเกตและวิเคราะห์ ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจ ปัญหา	ขั้นที่ 3 รวบรวมความคิดเกี่ยวกับแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ค้นหาทางออกที่ดีและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาของ ตนเอง		ขั้นที่ 5 การนำทักษะ แก้ปัญหามาใช้ ขั้นที่ 6 นำเสนอผลการ แก้ปัญหา

ตารางที่ 11 ผลการสังเคราะห์หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตสน์และกระบวนการทาง
 คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (ต่อ)

หลักการ แนวคิด ทฤษฎี	กระบวนการจัดการเรียนการสอน				
	ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P)	ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P)	ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P)	ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P)	ขั้นที่ 5 ปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)
รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning)	ขั้นที่ 1 เตรียมการก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจ		ขั้นที่ 3 สำรวจ ค้นหา ขั้นที่ 4 อธิบายและลง ข้อสรุป	ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ ขั้นที่ 6 ประเมินผล
รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning)	ขั้นที่ 1 ขั้นนำ			ขั้นที่ 2 การสำรวจ	ขั้นที่ 3 การสรุป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา 2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 2.1) เปรียบเทียบความสามารถด้านมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2.2) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียน 2.3) เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2.4) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียน 2.5) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และ 3. เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ร่วมกับการออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE Model ซึ่งมีการปรับปรุงมาจากแนวคิดเดิมของ University of Florida (Kruse, 2009 :1) และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของจอยซ์และเวลล์ (Joyce and Weil, 2009: 100 - 101) ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) การผสมผสานข้อมูลใช้รูปแบบการวิจัยแบบฝังตริง (The Embedded Design) โดยใช้วิธีการเชิงปริมาณเป็นหลักและวิธีการเชิงคุณภาพเป็นรอง (Cresswell and Plano Clark, 2011: 143 -200) โดยประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555: 144)ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R_1) ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A)

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D_1) การออกแบบ พัฒนา และหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (Design and Development : D and D)

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R_2) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน (Implementation:

I)

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D_2) ประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน (Evaluation : E)

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R_1) ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : A)

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานดังนี้ 1) ข้อมูลเชิงนโยบายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2) ข้อมูลเชิงนโยบายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศที่มีผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 3) สอบถามความคิดเห็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 -6 เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนและครูที่นักเรียนต้องการในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ 4) สัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุมมองในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมนวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ 5) ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D_1) การออกแบบ พัฒนา และหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (Design and Development : D and D)

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการดำเนินการร่วมกับการออกแบบและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และการสร้างเครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน แล้วนำไปตรวจสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนโดยการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) จากนั้นนำไปตรวจสอบประสิทธิภาพด้านความสอดคล้อง/เหมาะสมของเครื่องมือต่างๆจากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำผลจากการให้ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองภาคสนาม (Field Tryout) เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ก่อนการทดลองนำไปใช้จริง

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R_2) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน (Implementation: I)

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการนำรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นในขั้นที่ 2 ซึ่งผ่านการหาประสิทธิภาพภาพและปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยการ ใช้การวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi- Experimental Design) และประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) โดยทำการประเมินผลก่อนการ ใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการใช้และหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบแบบประเมินชิ้นงาน การเขียนรายงานตนเอง และแบบสอบถามความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D_2) ประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน (Evaluation : E)

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยพิจารณาทบทวน และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ทั้งระบบโดยศึกษาผลจากการประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน ศึกษาความสามารถด้านมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และศึกษาพัฒนาการของนักเรียนด้านความสามารถทางมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ให้มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 5 กรอบขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

กระบวนการของการวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีรายละเอียดของขั้นตอน ดังนี้

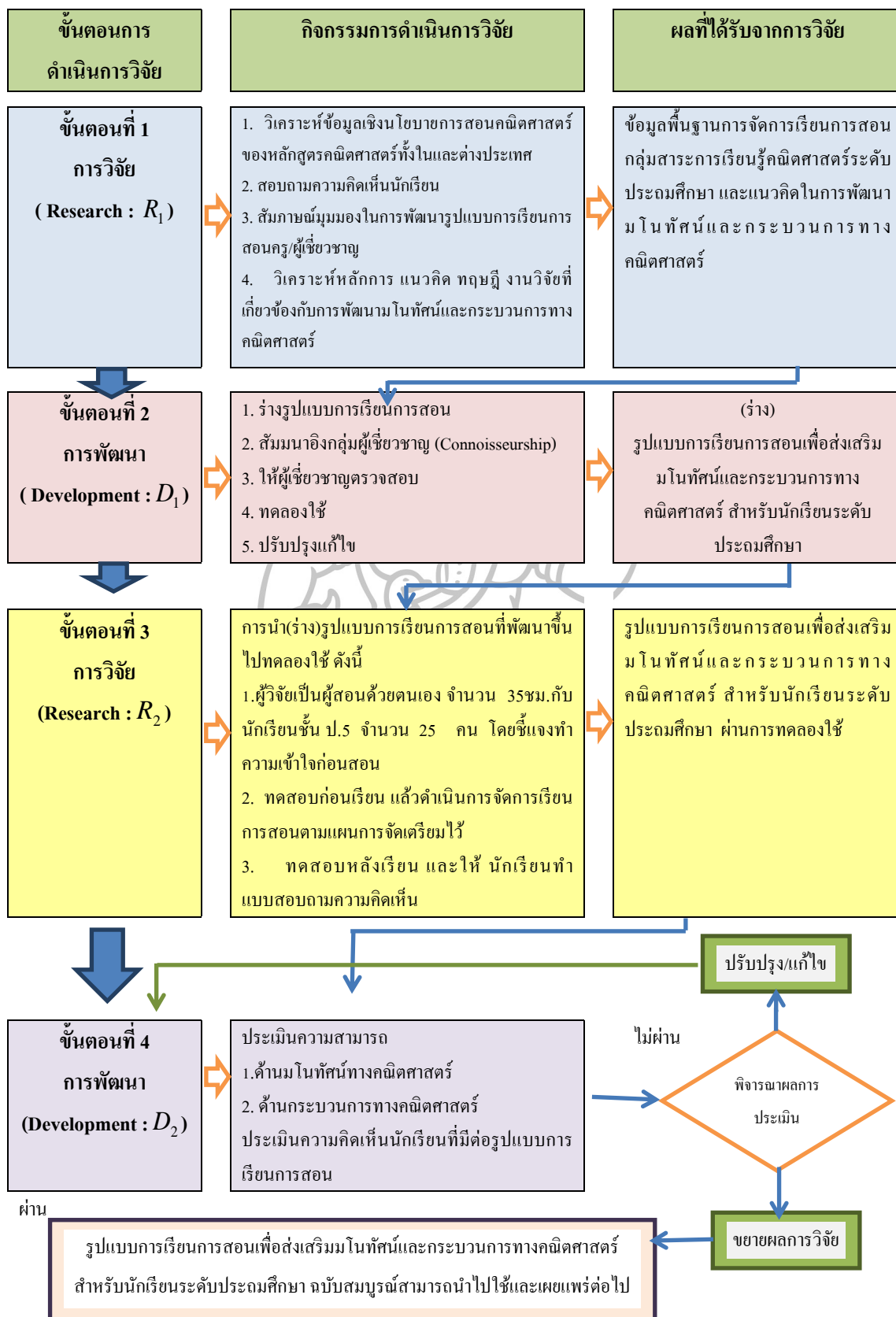
ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R_1) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Analysis : A)

การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความต้องการของนักเรียนในการแสดงบทบาทในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มุมมองของครูและผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
2. เพื่อศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของบุคคลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาประกอบด้วย นักเรียน ครูผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์





แผนภาพที่ 5 กรอบการดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงนโยบายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และข้อมูลเชิงนโยบายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศที่มีผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2. ศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการส่งเสริมความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) ตลอดจนการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา

3. สอบถามความคิดเห็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 เกี่ยวกับความต้องการในการแสดงบทบาทของตนเองและครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

4. สัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุมมองในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แหล่งข้อมูล ประกอบด้วย

1. แหล่งข้อมูลเอกสาร ประกอบด้วย หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์ แคนาดา และสหรัฐอเมริกา หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) ตลอดจนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. แหล่งข้อมูลบุคคล ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไปจำนวน 5 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 รวม 9 โรงเรียน จำนวน 160 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีดังนี้

1. แบบวิเคราะห์เอกสาร เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 1 ฉบับ
 2. ประเด็นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ
 3. ประเด็นการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ
 4. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 1 ฉบับ
- ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ**

ฉบับที่ 1 แบบวิเคราะห์เอกสาร

1. ศึกษาเอกสารการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร
2. สร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร
3. นำแบบวิเคราะห์เอกสารที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำไปปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบวิเคราะห์เอกสารที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรจำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลจำนวน 1 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีเกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555 : 179)

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	มีความสอดคล้องมากที่สุด
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	มีความสอดคล้องมาก
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	มีความสอดคล้องปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	มีความสอดคล้องน้อย
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	มีความสอดคล้องน้อยที่สุด

ในการหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวิเคราะห์เอกสาร พิจารณาจากเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555: 196)

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความสอดคล้องมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความสอดคล้องมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความสอดคล้องปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความสอดคล้องน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความสอดคล้องน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการพิจารณาค่าความสอดคล้องต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าข้อความนั้นใช้ได้ คือ มีความสอดคล้อง หากมีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าวให้ปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555: 179) ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวิเคราะห์เอกสารจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าทุกรายการมีค่าความสอดคล้องระหว่างรายการที่ใช้วิเคราะห์เอกสารกับรายละเอียดที่ศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45 แสดงว่าแบบวิเคราะห์เอกสารที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบวิเคราะห์เอกสารเพื่อให้ได้แบบวิเคราะห์เอกสารที่สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง

ฉบับที่ 2 ประเด็นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนคณิตศาสตร์

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีในการสร้างแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน/ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับ 1) นโยบายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 2) ความคาดหวังในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 3) แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นกรอบประเด็นในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนคณิตศาสตร์

2. สร้างประเด็นสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุมมองในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมนวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

3. นำประเด็นสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำไปปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรจำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลจำนวน 1 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของประเด็นการสัมภาษณ์ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยมีเกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยเช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของประเด็นการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษาในแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X}=4.80$, S.D. = 0.45 ถึง $\bar{X}=5.00$, S.D. = 0.00 ส่วนผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของประเด็นการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษาในแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X}=4.60$, S.D. = 0.89 ถึง $\bar{X}=5.00$, S.D. = 0.00 ซึ่งแสดงว่า ประเด็นการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

5. ปรับปรุงแก้ไข แบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปใช้ ซึ่งจากการประเมินค่าความสอดคล้องของประเด็นการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขในประเด็นต่อไปนี้ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ 2) การใช้ภาษาในการสัมภาษณ์ ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขประเด็นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนคณิตศาสตร์

ลำดับที่	หัวข้อการแก้ไขที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ	แนวทางการแก้ไข
ประเด็นสัมภาษณ์(ผู้เชี่ยวชาญ)		
1	ข้อมูลทั่วไปของผู้สัมภาษณ์ ควรเป็นครูผู้เชี่ยวชาญ หรือ จบการศึกษาระดับปริญญาเอก	กำหนดเงื่อนไขของผู้สัมภาษณ์ต้องมีวิทยฐานะเชี่ยวชาญ หรือจบการศึกษาระดับปริญญาเอก

ตารางที่ 12 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขประเด็นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อการแก้ไขที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ	แนวทางการแก้ไข
2	คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ควรเพิ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผล และด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน	คุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญในการให้ข้อมูลประกอบด้วย 1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน 2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน 3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน จำนวน 2 คน
3	ข้อมูลทั่วไปของผู้สัมภาษณ์ ควรเพิ่มประเด็นของประสบการณ์ในการที่เกี่ยวข้องกับด้านคณิตศาสตร์ด้วย	ประสบการณ์ที่ทำงานด้านคณิตศาสตร์ ปี
ประเด็นสัมภาษณ์(ครูผู้สอนคณิตศาสตร์)		
1	ในการสัมภาษณ์ควรเปลี่ยนคำว่า รูปแบบการเรียนการสอน เป็นคำอื่นที่เข้าใจง่ายกว่า	เปลี่ยนคำว่า รูปแบบการเรียนการสอน เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอน

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีในการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน/ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับ 1) นโยบายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 2) ความคาดหวังในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 3) แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นกรอบประเด็นในการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น

2. สร้างกระทงคำถามของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ที่นักเรียนต้องการในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และบทบาทหน้าที่ของครูที่นักเรียนต้องการในการสอนวิชาคณิตศาสตร์

3. นำแบบสอบถามความคิดเห็น ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำไปปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบสอบถามความคิดเห็นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรจำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลจำนวน 1 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของประเด็นการสัมภาษณ์ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยมีเกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย เช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของประเด็นการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างกระทงคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษาในแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.55 ซึ่งแสดงว่า แบบสอบถามความคิดเห็นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

5. ปรับปรุง/แก้ไข แบบสอบถามความคิดเห็นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปใช้ ซึ่งจากผลการประเมินค่าความสอดคล้องของประเด็นการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขในประเด็นชื่อแบบสอบถาม และการใช้ภาษาในกระทงคำถามบางข้อของแบบสอบถาม ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็น

ลำดับที่	หัวข้อการแก้ไขที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ	แนวทางการแก้ไข
ประเด็นชื่อแบบสอบถาม		
1	ควรรระบุชื่อแบบสอบถามให้ชัดเจนว่าเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งใด	เปลี่ยนชื่อแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อบทบาทของนักเรียนและบทบาทของครูที่ต้องการในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์
กระทงคำถาม		
2	3. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการ ได้ตอบคำถามจากครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน	3. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการ ได้ตอบคำถามของครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน

ตารางที่ 13 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็น(ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อการแก้ไขที่ผู้เชี่ยวชานเสนอแนะ	แนวทางการแก้ไข
3	4. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการ ได้ถามครู และได้ตอบคำถามจากครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน	4. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการ ได้ซักถาม และได้ตอบคำถามจากครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
4	15. ต้องการให้ครูมีการทบทวนเรื่องที่เรียนผ่านมาแล้วเมื่อวาน ก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่	15. ต้องการให้ครูมีการทบทวนเรื่องที่เรียนผ่านมาแล้วเมื่อชั่วโมงที่แล้ว ก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่
5	16. ต้องการให้ครูนำเรื่องที่เรียนเมื่อวาน มาสอบเก็บคะแนนก่อนสอนเรื่องใหม่	16. ต้องการให้ครูนำเรื่องที่เรียนเมื่อ ชั่วโมงที่แล้ว มาสอบเก็บคะแนนก่อนสอนเรื่องใหม่
6	17. ต้องการให้ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่ เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนในวันนั้นๆ ก่อนที่จะเริ่มสอน	17. ต้องการให้ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่ เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน ก่อนที่จะเริ่ม สอน
7	18. ถ้านักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานที่ เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนในวันนั้นๆ ไม่ดี ต้องการให้ครูสอนทบทวนก่อน แล้วจึงค่อย เรียนเรื่องต่อไป	18. ถ้านักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานที่ เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนไม่เพียงพอ ต้องการให้ครูสอนทบทวนก่อน แล้วจึง ค่อยเรียนเรื่องต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชั้นเตรียมการ

1.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่ส่งเสริมมนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.2 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวิเคราะห์เอกสาร แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามความคิดเห็น

2. ชั้นดำเนินการ

2.1 ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ติดต่อประสานงานกับผู้ที่เกี่ยวข้อง

2.3 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่มี ประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 คนผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการ

เรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คนและ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน จำนวน 2 คน

2.4 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ที่นักเรียนต้องการในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และบทบาทหน้าที่ของครูที่นักเรียนต้องการในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 9 โรงเรียน รวม 160 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้

1. การหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม ความตรงตาม โครงสร้าง (Construct Validity) ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และประเมินความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสม / สอดคล้องของประเด็นในการวิเคราะห์เอกสาร การสัมภาษณ์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ นำมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

2. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการพัฒนาความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ตามขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของสุภางค์ จันทวานิช (2550: 17) ซึ่งมี 5 ขั้นตอนคือ การใช้แนวคิด ทฤษฎีและการสร้างกรอบแนวคิดสำหรับการวิเคราะห์ การตรวจสอบข้อมูล การจดบันทึกและทำดัชนีข้อมูล การทำข้อสรุปชั่วคราว และการกำจัดข้อมูล และการสร้างข้อสรุป

3. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามความคิดเห็นนักเรียน ใช้การพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคัดเลือกบทบาทหน้าที่ที่มีผลการประเมินระดับมากที่สุดมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทำวิจัย

จากขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research : R₁) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Analysis : A) สรุปได้ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลในการการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริม
 มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	แหล่งข้อมูล กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือที่ใช้ใน การวิจัย	การวิเคราะห์ ข้อมูลในการวิจัย	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน	การวิเคราะห์เอกสาร	หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์ แคนาดา อเมริกา	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ข้อมูลเชิงนโยบายเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์	การสังเคราะห์เอกสาร	เอกสารแนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา	ข้อมูลแนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มบุคคล เกี่ยวกับการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์	การสัมภาษณ์และการสอบถามความคิดเห็น	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 5 คน ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ 5 คน นักเรียนชั้นป.4-6 จำนวน 160 คน	แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามความคิดเห็น	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ บทบาทของนักเรียนและบทบาทครูที่นักเรียนต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D_1) เป็นการออกแบบ พัฒนา และหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (Design and Development : D and D)

ขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนา หากคุณภาพ และประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน

ระดับประถมศึกษา โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนาเป็นโครงร่างรูปแบบการสอน แล้วจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship) โดยเชิญผู้ทรงวุฒิ ด้านหลักสูตรและวิธีสอน ด้านรูปแบบการสอน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านวิจัย การวัดและประเมินผล จำนวน 12 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็น แล้วนำไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ และหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม(Field Tryout) ก่อนนำไปใช้จริง (Implement) กับกลุ่มตัวอย่างโดยมีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และพัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบ ได้แก่ คู่มือการนำรูปแบบไปใช้ และแผนการจัดการเรียนการสอน
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ แบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพแบบภาคสนาม(Field Tryout) ของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

วิธีดำเนินการ

1. พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา รวมทั้งเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบ ได้แก่ คู่มือการนำรูปแบบไปใช้ และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการสังเคราะห์ร่างรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์

1.2 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทำให้ได้รายละเอียด 3 หัวข้อ คือ 1) ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน 2) แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และ

3) องค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียน การสอน การประเมินผล และ ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

1.3 พัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบของกลุ่ม ประกอบด้วย 1) คำนำ 2) แนวทางใน การนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ 3) ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4) แนวทาง การจัดการเรียนการสอน 5) ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน 6) แนวคิด พื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ 7) องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน 8) ตัวอย่างหน่วยและ แผนการจัดการเรียนการสอน 9) ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

1.4 ออกแบบแผนการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาเรื่องทศนิยม มาใช้ในกระบวนการจัด การเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการสอน จำนวน 8 แผน ใช้เวลาเรียน ทั้งหมด 35 ชั่วโมง ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดการเรียนการสอนแบบย้อนกลับ (Backward Design) โดยประยุกต์จากแนวคิด Wiggins and Mctighe(2005:22-28) กำหนดองค์ประกอบของแผนการ จัดการเรียนการสอน 9 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด 2) เป้าหมาย 3) มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ 4) คำถามสำคัญในการเรียนรู้ 5) หลักฐานการเรียนรู้ 6) เนื้อหา/สาระ 7) กิจกรรม การเรียนการสอน 8) สื่อการเรียนรู้ /แหล่งการเรียนรู้ 9) บันทึกหลังการเรียนการสอน

1.5 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ และคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อ ส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 12 คน จากการจัด สัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship) เพื่อพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมและตรวจสอบ ความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน โดยดำเนินการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) ในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2558 เวลา 10.30 – 12.00 น. ณ ห้องประชุมภาควิชา หลักสูตรและการสอน ชั้น 2 อาคารศึกษาศาสตร์ 1 มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญที่เข้า ร่วมสัมมนา ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีสอน จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้าน รูปแบบการสอน จำนวน 4 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย การวัดและประเมินผล จำนวน 2 คน

โดยร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ได้จากการสังเคราะห์จากขั้นตอนที่ 1 ก่อนการ สัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship) ดังแสดงในแผนภาพที่ 6

**รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(Math Model)
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา**

หลักการของรูปแบบการเรียนการ

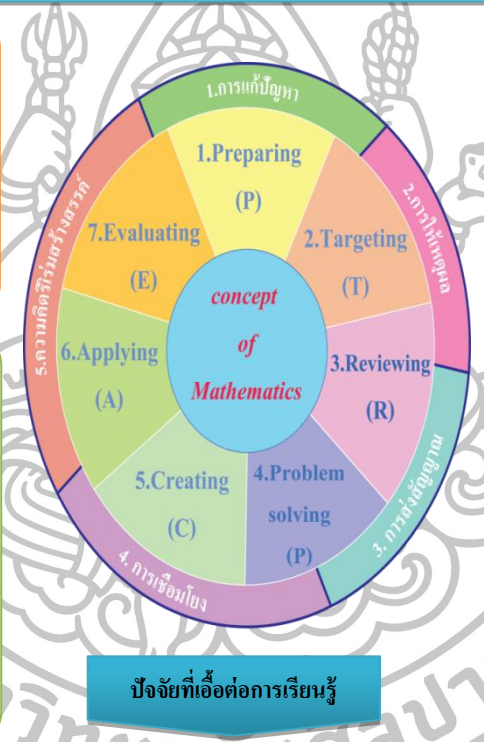
- 1.เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถและพัฒนาตนเองได้และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 2.เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) แล้วใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding)ช่วยให้นักเรียนปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพที่สมดุลจนนำไปสู่การสร้างโน้ตส์ใหม่ในการเรียนรู้
- 3.เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่โน้ตส์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการกลุ่มย่อย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

การวัดและ

- 1.เป็นการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด
2. การวัดและประเมินผลเป็นไปเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาคุณภาพผู้เรียน
3. เป็นการวัดและประเมินผลที่มีความต่อเนื่องและควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน
4. เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง



กระบวนการจัดการเรียนการ

1. เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ (Preparing :P)
2. กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน (Targeting :T)
3. ทบทวนโน้ตส์ที่จำเป็น (Reviewing)
4. แก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์(Problem Solving:P)
5. สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง (Creating Conceptions:C)
6. นำมโนทัศน์ไปใช้ในการแก้ปัญหา (Applying Conceptions:A)
7. ประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluating : E)

ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

<p>ด้านครูผู้สอน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.มีความรักในการสอน 2. มีจิตวิทยาในการสอน 3. มีความรู้ในเรื่องที่สอน 4. มีความสามารถในการบริหารจัดการชั้นเรียน 	<p>ด้านนักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ 2. มีความพร้อมในการเรียนรู้ 3. ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้ 	<p>ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.เอื้อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 2. มีบรรยากาศในชั้นเรียนเชิงบวก
---	---	--

แผนภาพที่ 6 าร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (Math Model) ก่อนการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship)

จากแผนภาพที่ 6 พบว่า ร่่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย

หลักการของรูปแบบ คือ

1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถ และพัฒนาตนเองได้และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) แล้วใช้การเสริมต่อการเรียนรู้(Scaffolding)ช่วยให้นักเรียน ปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพที่สมดุลจนนำไปสู่การสร้างมนทัศน์ใหม่ในการเรียนรู้
3. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการกลุ่มย่อย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

กระบวนการจัดการเรียนการสอน มี 7 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้(Preparing : P)

1. เตรียมเอกสารประกอบการสอน
2. เตรียมความพร้อมด้านตัวนักเรียน
3. จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน โดยการคัดเลือก ความสะดวกด้วย

วิธีการจับฉลาก

4. อธิบายหลักการในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 2 กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน(Targeting : T)

1. นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ
2. วิเคราะห์ความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนรู้
3. กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ทบทวนมนทัศน์ที่จำเป็น(Reviewing :R)

1. แจกใบงานทดสอบมนทัศน์ที่จำเป็นให้นักเรียนแก้ปัญหา
2. วินิจฉัยนักเรียน
3. เติมเต็มมนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นที่นักเรียนบกพร่อง

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหา/สถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

(Problem solving: P)

1. สร้างมโนทัศน์ย่อจากการศึกษาไปความรู้
2. ใช้มโนทัศน์ย่อในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. นำเสนอผลการแก้ปัญหา
4. ร่วมกันเติมเต็มการแก้ปัญหาให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 สร้างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง (Creating conceptions : C)

1. สร้างผังความคิดมโนทัศน์ด้วยตนเองประกอบตัวอย่าง

ขั้นที่ 6 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Applying conceptions: A)

1. แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามที่กำหนดให้
2. แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนกำหนดขึ้นเอง

ขั้นที่ 7 ประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluating: E)

1. ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล
2. สุ่มผลงานของนักเรียนภายในกลุ่มเพื่อเป็นตัวแทนของนักเรียนทั้งกลุ่ม การวัดและการประเมินผล

1. เป็นการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด
2. การวัดและประเมินผลเป็นไปเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาคุณภาพผู้เรียน
3. เป็นการวัดและประเมินผลที่มีความต่อเนื่องและควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน
4. เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ได้แก่

1. ด้านครูผู้สอน คือครูต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ ได้แก่ ต้องมีความรักในการสอน มีจิตวิทยาในการจัดการเรียนการสอน มีความรู้เชิงเนื้อหาในเรื่องที่จัดการเรียนการสอน และมีความสามารถในการบริหารจัดการชั้นเรียนที่มีประสิทธิภาพ

2. ด้านตัวนักเรียน คือ นักเรียนต้องเห็นความสำคัญของการเรียน มีความพร้อมในการเรียน และให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอน

3. ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ คือ การจัดห้องเรียนควรเอื้อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีบรรยากาศเชิงบวกในห้องเรียน

ผลจากการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship)นำไปสู่การให้ข้อเสนอแนะของรูปแบบการเรียนการสอนและคู่มือการนำรูปแบบการสอนไปใช้ ดังต่อไปนี้

1.5.1 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ที่สัมมนาของผู้เชี่ยวชาญมีมติรับได้ที่มีองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน 5 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านหลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล และปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

1.5.2 รายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ ผลจากการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) มีมติให้มีการปรับปรุง แก้ไขในองค์ประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.5.2.1 องค์ประกอบด้านหลักการควรมีการปรับปรุงโดยการนำคำสำคัญจากทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มาเรียบเรียงในรูปแบบของความเรียงที่มีลักษณะเฉพาะของรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัย

1.5.2.2 องค์ประกอบด้านวัตถุประสงค์ ควรมีการปรับปรุง โดยการเขียนเป็นความเรียงเพียงข้อเดียว ที่สะท้อนถึงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.5.2.3 องค์ประกอบด้านกระบวนการเรียนการสอน ควรมีการปรับปรุง โดยการหลอมรวมขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนให้น้อยลง และในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนควรมีการเขียนอธิบายลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สะท้อนให้เห็นถึงแนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนา และในขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนควรมีการแสดงให้เห็นถึงการพัฒนางานในด้านของมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมทั้งเรื่องมโนทัศน์ และเรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.5.2.4 องค์ประกอบด้านการวัดและประเมินผล ควรปรับปรุงโดยประเมินผลควรนำคำสำคัญ(Key word) ด้านการวัดผลจากทฤษฎีที่นำมาเรียบเรียงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนที่วิจัย โดยควรมีการวัดและประเมินผลทั้งด้าน มโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องระบุให้ชัดเจนว่า วัดเรื่องอะไร ใช้เครื่องมืออะไร และมีเกณฑ์ในการวัดอย่างไร

1.5.2.5 องค์ประกอบด้านปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ควรปรับปรุงโดยการพิจารณาเอาเฉพาะที่เป็นหัวใจหลักของรูปแบบการสอนที่นำมาวิจัย ซึ่งที่สัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญลงมติร่วมกันว่าปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนนี้มี 2 ด้านคือ ด้านครูผู้สอน และด้านตัวนักเรียน

1.5.3 คู่มือการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปปรับปรุงแก้ไข ดังนี้ 1) ภาพรวมของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนควรมีเฉพาะเนื้อหาที่จำเป็น กระชับ อ่านแล้วเข้าใจสามารถนำไปใช้ได้เลย 2) รูปแบบการสอนแต่ละขั้นควรแสดงให้เห็นว่ามาจากหลักการหรือทฤษฎีการเรียนรู้อะไร และในแต่ละขั้นตอนบทบาทของครูและนักเรียนคืออะไร 3) ในคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีความรู้เรื่องมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และต้องทำให้ผู้ใช้คู่มือรู้อารมณ์รูปแบบการเรียนการสอนนี้มุ่งพัฒนานักเรียนทั้งด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4) เนื่องจากบางขั้นตอนมีการจัดการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม 4 คน ดังนั้นต้องมีการอธิบายให้ผู้ใช้คู่มือได้เข้าใจเกี่ยวกับการเข้ากลุ่มแบบนี้ด้วยและในแต่ละแผนถ้ามีการเรียนรู้แบบร่วมมือควรระบุด้วยว่าใช้เทคนิคการสอนแบบร่วมมือชนิดใด



ภาพที่ 3 การสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

(วันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2558 ที่คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร)

จากข้อเสนอแนะดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน และคู่มือการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ข้อเสนอแนะในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจากการสัมมนาอิงกลุ่ม
ผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

ลำดับที่	สิ่งที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	ปรับชื่อ Model “Math Model”	ชื่อ Model 5 P Model
2	หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน “1.เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถและพัฒนาตนเองได้และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล 2. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) แล้วใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ช่วยให้นักเรียนปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพที่สมดุลจนนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ใหม่ในการเรียนรู้ 3. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการกลุ่มย่อย”	หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน การส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Theory of Co-operative)
3	วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน 1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง	วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
4	กระบวนการจัดการเรียนการสอน ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ (Preparing : P) ขั้นที่ 2 กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน (Targeting : T) ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์ที่จำเป็น (Reviewing :R) ขั้นที่ 4 แก้ปัญหา/สถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Problem solving: P) ขั้นที่ 5 สร้างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง (Creating conceptions : C)	กระบวนการจัดการเรียนการสอน ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ (preparation : P) ขั้นที่ 2 การมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participation : P) ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (process :P)

ตารางที่ 15 ข้อเสนอแนะในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจากการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) (ต่อ)

ลำดับที่	สิ่งที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข
	<p>ขั้นที่ 6 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Applying conceptions: A)</p> <p>ขั้นที่ 7 ประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluating: E)</p>	<p>ขั้นที่ 4 สร้างและนำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Presentation: P)</p> <p>ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (problem to apply : P)</p>
5	<p>การวัดและประเมินผล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เป็นการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด 2. การวัดและประเมินผลเป็นไปเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 3. เป็นการวัดและประเมินผลที่มีความต่อเนื่องและควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน 4. เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง 	<p>การประเมินผล</p> <p>การประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์</p>
6	<p>ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้</p> <p>ด้านครูผู้สอน คือ 1. มีความรักในการสอน 2. มีจิตวิทยาในการสอน 3. มีความรู้ในเรื่องที่สอน 4. มีความสามารถในการบริหารจัดการชั้นเรียน</p> <p>ด้านนักเรียน คือ 1. เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ 2. มีความพร้อมในการเรียนรู้ 3. ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้</p> <p>ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ คือ 1. เอื้อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 2. มีบรรยากาศในชั้นเรียนเชิงบวก</p>	<p>ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้</p> <p>ด้านครู</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2. มีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ให้กับผู้เรียน <p>ด้านผู้เรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มีความเชื่อมั่นในตนเอง 2. มีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม 3. มีมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นอย่างถูกต้อง 4. มีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

โดยพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ได้ภายหลังจากการได้รับข้อเสนอแนะจากการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) ดังแสดงในแผนภาพที่ 7

รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(5P Model)

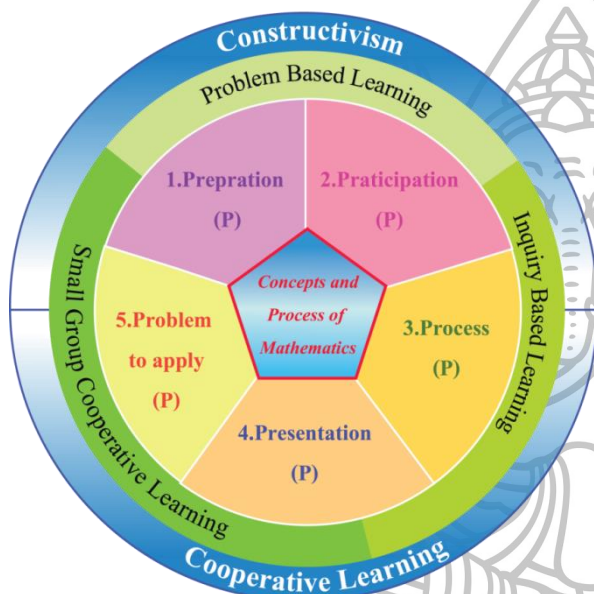
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. หลักการ

การส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Co-operative Learning)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์



3. กระบวนการจัดการเรียนการสอน

1. เตรียมความพร้อมก่อนการเรียน (Preparation : P)

2. การมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน (Participation : P)

3. ปฏิบัติการทบทวนโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Process :P)

4. สร้างและนำเสนอ โน้ตส์ใหม่และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Presentation: P)

5. ประยุกต์ใช้โน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Problem to apply : P)

4. การประเมินผล

การประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินโน้ตส์ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

5. ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ด้านครู

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. มีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้(Scaffolding)ให้กับผู้เรียน

ด้านผู้เรียน

1. มีความเชื่อมั่นในตนเอง
2. มีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
3. มีโน้ตส์พื้นฐานที่จำเป็นอย่างถูกต้อง
4. มีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แผนภาพที่ 7 ร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) หลังการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

1.6 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert และตรวจสอบความสอดคล้องโดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีเกณฑ์ในการให้คะแนน เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย และเกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้อง เช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนการสอน พบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอน อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X}=4.40$, S.D. = 0.55 ถึง $\bar{X}=4.80$, S.D. = 0.45 ซึ่งแสดงแผนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

2. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ แบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน

2.1 แบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นแบบประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยวัดมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ด้าน ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์มาจากกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ กระทรวงศึกษาธิการ (2551); Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus(2013); Mathematical Processes, The Ontario Curriculum, Mathematics (2005); The National Council of teachers of mathematics (2006) ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาหมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยมีขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ 1) อ่านและทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้ววางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้วดำเนินการตามแผน 4) ขั้วตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ และ 5) ขั้วมองย้อนและขยายผล วัดได้จากระดับการแสดงออกของนักเรียนในการเขียนตอบคำถามจากสถานการณ์/ปัญหาที่กำหนด2) ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ใน 2 ลักษณะคือ วิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) และการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) วัดได้จากวัดได้จากระดับการแสดงออกของนักเรียนในการเขียนตอบคำถามจากสถานการณ์/ปัญหาที่กำหนด3) ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมโนทัศน์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมานำเสนอในรูปแบบของการเขียนสรุปมโนทัศน์เรื่องนั้นๆ ในรูปแผนผังความคิด วัดได้จากระดับการแสดงออกของนักเรียนในการเขียนแผนผังความคิดเพื่อ

นำเสนอความรู้ที่คงทนในเรื่องที่เรียน 4) ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมาโน้ตค้นในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงในลักษณะต่างๆ ได้แก่ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน วัดได้จากระดับการแสดงออกของนักเรียนในการเขียนตอบคำถามจากสถานการณ์/ปัญหาที่กำหนด และ 5) ความสามารถในด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่นำมาโน้ตค้นในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาแสดงออกในลักษณะของ 1) ความคิดริเริ่ม (Originality) 2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) 3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) วัดได้จากระดับการแสดงออกของนักเรียนในการเขียนตอบคำถามจากสถานการณ์/ปัญหาที่กำหนด ส่วนมโนทัศน์จากคณิตศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนด้านความรู้เกี่ยวกับเรื่องทศนิยมและการบวก การลบ การคูณทศนิยม วัดได้จากการผลรวมความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารต่างๆ ได้แก่ หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือเรียน เพื่อวิเคราะห์หัวข้อวัด เนื้อหาสาระที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2.1.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถาม

2.1.3 สร้างข้อคำถามโดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย เรื่องทศนิยม จำนวน 1 ฉบับ และเรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม จำนวน 1 ฉบับ ที่สะท้อนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบนี้ในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยการนำผลของทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.1.4 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนบ้านหนองกระดี่ ซึ่งมีลักษณะไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในภาษา และการสื่อความหมายของข้อคำถาม จากนั้นนำผลการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไข

2.1.5 ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบและเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) ผลการประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 4.60$,

S.D. = 0.55 ถึง $\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45 ซึ่งแสดงว่า แบบทดสอบ มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการประเมินความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้

2.1.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขไว้ดังนี้ การปรับปรุงคำอธิบายในการทำแบบทดสอบให้ชัดเจน และปรับปรุงเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

2.1.7 ทาคูณภาพของแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ฉบับ ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 แบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม ฉบับที่ 2 แบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนบ้านหนองยาว ที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และผ่านการเรียนการสอนเรื่องทศนิยมมาแล้ว จำนวน 28 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบรายชื่อเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบรายชื่อในด้านความยากง่าย(Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) จากนั้น นำผลมาวิเคราะห์หาคูณภาพด้านความเชื่อมั่น โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach โดยแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.54-0.71 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.34 – 0.74 และมีค่าด้านความเชื่อมั่น 0.87 ตามลำดับ และแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.46 - 0.79 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.43 – 0.79 และมีค่าด้านความเชื่อมั่น 0.94 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับมีคุณภาพทั้งด้านความยากง่าย(Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และความเชื่อมั่น(Reliability)สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

2.1.8 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2 แบบสอบถามความคิดเห็น เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น วัดได้จากระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่แสดงออกใน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน 2) ด้านบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอน 3) ด้านการฝึกปฏิบัติการมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ 4) ด้านผลของการฝึกปฏิบัติการมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการดำเนินการดังนี้

2.2.1 ร่างแบบสอบถามความคิดเห็น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็น ที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 22 ข้อ ส่วนที่ 2 การเขียนสะท้อนตนเองเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยการให้นักเรียนเขียนรายงานตนเองใน 3 ประเด็น คือ 1) ความรู้สึกที่ตนเองมีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 2) การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ 3) การนำความรู้ที่เกิดการเรียนรู้ไปใช้ โดยใช้วัดหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2.2.2 ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถามความคิดเห็น โดยพิจารณาความสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็น ผลการประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ในแต่ละประเด็นความคิดเห็น มีค่าความสอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45 ถึง $\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00 ซึ่งแสดงว่า แบบสอบถามความคิดเห็น มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้

2.2.3 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็น ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็น

ลำดับที่	สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	ด้านบทบาทนักเรียนในการเรียนการสอน 4. นักเรียนมีความเป็นอิสระในการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเองและหาความรู้ด้วยตนเอง	นักเรียนมีอิสระในการวางแผนการเรียนรู้และหาความรู้ด้วยตนเอง
2	การฝึกปฏิบัติการมนททัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 12. นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมโดยการฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่มและฝึกตนเอง

ตารางที่ 16 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็น (ต่อ)

ลำดับที่	สิ่งที่ควรปรับปรุง/แก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข
3	การฝึกปฏิบัติการมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 13. นักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	นักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์
4	การเขียนสะท้อนตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 2. นักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ครูจัดให้กับนักเรียน	นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ครูจัดให้กับนักเรียน
5	การเขียนสะท้อนตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 5. นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้อย่างไร	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้อย่างไร

2.2.4 จัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. ประเมินประสิทธิภาพแบบภาคสนาม(Field Tryout) ของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผู้วิจัยตรวจสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ด้วยการนำไปทดลองใช้ภาคสนาม(Field Tryout)กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนิคมสร้างตนเองกระเสียว 1 จำนวน 31 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งมีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองสอนจำนวน 2 หน่วยได้แก่ หน่วยเรื่องทศนิยม จำนวน 14 ชั่วโมง และหน่วยเรื่อง การบวก การลบ และการคูณทศนิยม จำนวน 18 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 32 ชั่วโมงโดยค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา เท่ากับ 80.79 / 80.51

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา การเก็บข้อมูลจากกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จนนำไปสู่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน

ระดับประถมศึกษา และผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้วยวิธีการการสัมมนา
 อิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship)และผ่านการหาประสิทธิภาพจากการทดลองใช้ภาคสนาม
 (Field Tryout)และหลังจากการทดลองภาคสนาม ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบการ
 เรียนการสอนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไขสรุป
 ได้ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนหลังจากการทดลองภาคสนาม

หัวข้อการแก้ไขที่เกิดจากการทดลองภาคสนาม และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอแนะ	แนวทางการแก้ไข
ชื่อ 5 P Model	5 P Model
กระบวนการจัดการเรียนการสอน(5 P) ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมก่อนการเรียน (Preparation : P) ขั้นที่ 2 การมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participation : P) ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Process :P) ขั้นที่ 4 สร้างและนำเสนอ มโนทัศน์ใหม่และกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ (Presentation: P) ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้มโนทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Problem to apply ; P)	กระบวนการจัดการเรียนการสอน(5 P) ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) ขั้นที่ 2มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็น (Processing :P) ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) ขั้นที่ 5ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)
ปรับจำนวนชั่วโมงในการสอนตาม 5 P Model	เวลาที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน(5 P Model) ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ได้แก่ ชั่วโมงที่ 1 ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) ขั้นที่ 2มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) ชั่วโมงที่ 2 ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็น (Processing :P) ชั่วโมงที่ 3 ขั้นที่ 4นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Present: P) ชั่วโมงที่ 4 ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) ชั่วโมงที่ 5ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)

หลังจากทดลองใช้ภาคสนาม (Field Tryout) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้มีการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

หลักการ

การส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism)และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning)

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

กระบวนการจัดการเรียนการสอน(5 P Model)

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P)เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเชิงบวก จัดนักเรียนเป็นกลุ่มๆละ 4 คนที่คละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสามารถเก่ง:ปานกลาง:อ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 และอธิบายบทบาทของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย

ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P)ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) โดยนำเสนอปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์หรือในโลกแห่งความเป็นจริง ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากหาคำตอบที่ถูกต้อง แล้วนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกันภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างครูกับนักเรียน

ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P)ครูวินิจฉัยมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ด้วยวิธีการทดสอบ/ซักถาม/อภิปราย จากนั้นดำเนินการแก้ไข/ทบทวนมโนทัศน์พื้นฐานและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้แก่นักเรียน

ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) ครูกระตุ้นให้นักเรียน เรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ที่ต่อเนื่องจากมโนทัศน์เดิม โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ภายใต้กระบวนการกลุ่มย่อย จนนำไปสู่การสรุป/นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)ครูกำหนดปัญหา/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ ให้นักเรียน ร่วมกันลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และรายบุคคล ครอบคลุม กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดไว้ในแผนการเรียนการสอน

การประเมินผล

ประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินมโนทัศน์ และกระบวนการทาง

ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ด้านครู

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. มีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้(Scaffolding)ให้กับผู้เรียน

ด้านผู้เรียน

1. มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

2. มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

โดยร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ได้ก่อนนำไปใช้จริง มีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังแสดงในแผนภาพที่ 8



รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (SP Model)
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.หลักการ

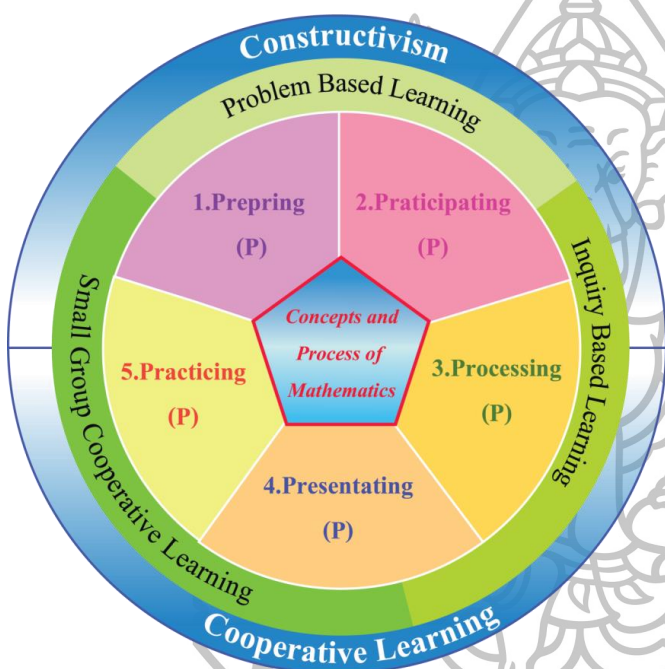
การส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Co-operative Learning)

2.วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนานโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.กระบวนการจัดการเรียนการสอน

1. เตรียมความพร้อม (Preparing: P)
2. มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน (Participating: P)
3. ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing: P)
4. นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P)
5. ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing: P)



4.การประเมินผล

การประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5. ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ด้านครู

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. มีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ให้กับผู้เรียน

ด้านผู้เรียน

1. มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
2. มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แผนภาพที่ 8 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ปรับแก้หลังการทดลองภาคสนาม(Field Tryout)

ตารางที่ 18 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา หาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม
 มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	แหล่งข้อมูล กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือที่ใช้ใน การวิจัย	การวิเคราะห์ ข้อมูลในการวิจัย	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และพัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบ	1. ศึกษาแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 2. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 3. พัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4. ออกแบบแผนการเรียนการสอน 5. ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและคู่มือการใช้รูปแบบโดยการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) 6. ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ 7. ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	1. เอกสารหลักฐานจากขั้นตอนที่ 1 2. ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 3. ร่างรูปแบบการเรียนการสอน 4. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5. ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 12 คน 6. ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ จำนวน 5 คน	1. แบบประเมินเอกสาร 2. ประเด็นการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) 3. ร่างรูปแบบการเรียนการสอน 4. แบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนการสอน 5. แผนการจัดการเรียนการสอน 6. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน	1. การวิเคราะห์ความสอดคล้อง 2. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3. การวิเคราะห์เนื้อหา	1. ได้ร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา 2. ได้คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ตารางที่ 18 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา หาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม
 มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (ต่อ)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	แหล่งข้อมูล กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือที่ใช้ใน การวิจัย	การวิเคราะห์ ข้อมูลในการวิจัย	ผลที่ได้รับ
2. เพื่อพัฒนา และตรวจสอบ คุณภาพของ เครื่องมือที่ใช้ใน การประเมิน ประสิทธิผลของ รูปแบบ	1. สร้าง แบบทดสอบมโน ทัศน์และ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 2. สร้าง แบบสอบถาม ความคิดเห็น 3. ตรวจสอบ คุณภาพด้านความ เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบ และแบบสอบถาม 4. หาคุณภาพของ แบบทดสอบใน ด้านความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น 5. จัดพิมพ์ แบบทดสอบและ แบบสอบถาม	1.แบบทดสอบ 2. แบบสอบถาม 3. ทดลองกับ นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้าน หนองยาว จำนวน 28 คน 4. ผู้เชี่ยวชาญใน การตรวจสอบ เครื่องมือ จำนวน 5 คน	1. แบบตรวจสอบ คุณภาพของ แบบทดสอบและ แบบสอบถาม	1. การวิเคราะห์ ความสอดคล้อง 2. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) 3. ค่าความยากง่าย 4.ค่าอำนาจจำแนก 5. ค่าความเชื่อมั่น	ได้เครื่องมือที่ใช้ ในการประเมิน ประสิทธิผลของ รูปแบบที่มีคุณภาพ
3. เพื่อประเมิน ประสิทธิภาพแบบ ภาคสนาม(Field Tryout) ของ รูปแบบการเรียน การสอนเพื่อ ส่งเสริมมโนทัศน์ และกระบวนการ คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ระดับประถมศึกษา	1. ทดสอบก่อนเรียน 2. จัดการเรียนการ สอนตามแผนการ เรียนการสอน 3. ทดสอบหลังเรียน 4. หาประสิทธิภาพ ของรูปแบบการ เรียนการสอน 5. ปรับปรุง รูปแบบการเรียน การสอน	ทดลองกับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียน นิคมสร้างตนเอง กระเสียว 1 ภาค เรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2558 จำนวน 32 ชั่วโมง	1.แบบทดสอบ ประเมินมโนทัศน์ และกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ 2. แผนการจัดการ เรียนการสอน	E_1 / E_2	ประสิทธิภาพของ รูปแบบการเรียน การสอนในการ ทดลองภาคสนาม

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research : R_2) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (Implementation : I) ผู้วิจัย ได้ดำเนินการดังนี้

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา เป็นการนำแผนการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและผ่านระบบการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปทดลองใช้ในสภาพจริง ส่วนการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนการเรียนรู้ในระหว่างการใช้รูปแบบ เป็นการศึกษาพัฒนาการด้านมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ไปทดลองใช้
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
3. เพื่อหาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 -6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสุพรรณบุรีเขต 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 125 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน ของโรงเรียนบ้านหนองยาว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรีเขต 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 25 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555: 144) ดังนี้

แบบแผนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถโน้ตศัพท์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

O_1	X	O_2
O_1	หมายถึง	การทดสอบก่อนเรียน
X	หมายถึง	การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
O_2	หมายถึง	การทดสอบหลังเรียน

แบบแผนการทดลองเพื่อศึกษาพัฒนาการด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนใน 3 ระยะเวลา ได้แก่ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน (Campbell and Stanley, 1963: 7)

O_1	X	O_2	X	O_3	X	O_4
X		หมายถึง		การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์		
O_1		หมายถึง		การทดสอบก่อนเรียน		
O_2		และ O_3	หมายถึง	การประเมินผลระหว่างเรียน		
O_4		หมายถึง		การทดสอบหลังเรียน		

วิธีดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการ นำรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การนำรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ไปทดลองใช้ ดำเนินการโดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1 ชี้แจง ทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบในการจัดการเรียนการสอน และวิธีวัดและประเมินผลในการจัดการเรียนการสอน

1.2 ทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยม ก่อนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยมตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.3 จัดการเรียนการสอนเรื่อง ทศนิยม จำนวน 18 ชั่วโมง และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ความสามารถด้านมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการทำใบงานของแต่ละแผนการจัดการเรียนการสอนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาพัฒนาการของมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.4 ทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยม หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่องทศนิยมตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.5 ทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณทศนิยม ก่อนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.6 จัดการเรียนการสอนเรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยมจำนวน 17 ชั่วโมง และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ความสามารถด้านมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการทำใบงานของแต่ละแผนการจัดการเรียนการสอนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาพัฒนาการของมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.7 ทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณทศนิยม หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่องทศนิยมตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.8 ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.9 ในระหว่างจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเขียนรายงานตนเองเกี่ยวกับความคิดเห็นของตนเองต่อขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่ครูพัฒนาขึ้น

2. การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1 นำผลการประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการเรียนการสอนมหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยจำแนกเป็นรายหน่วยการเรียนรู้

2.2 นำผลการทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

3. เพื่อหาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยดำเนินการดังนี้

3.1 นำผลจากการทำแบบทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ทศนิยม และเรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม ก่อนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.2 นำผลจากการทดสอบก่อนเรียน ผลจากการทำใบงานระหว่างเรียน และผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน มาศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาพัฒนาการด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังนี้(กระทรวงศึกษาธิการ,2551:37)

ร้อยละ 0.00 - 49.99	หมายถึง	มีพัฒนาการในระดับต่ำกว่าเกณฑ์
ร้อยละ 50.00 - 54.99	หมายถึง	มีพัฒนาการในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
ร้อยละ 55.00 - 59.99	หมายถึง	มีพัฒนาการในระดับพอใช้
ร้อยละ 60.00 - 64.99	หมายถึง	มีพัฒนาการในระดับปานกลาง
ร้อยละ 65.00 - 69.99	หมายถึง	มีพัฒนาการในระดับค่อนข้างดี
ร้อยละ 70.00 - 74.99	หมายถึง	มีพัฒนาการในระดับดี
ร้อยละ 75.00 - 79.99	หมายถึง	มีพัฒนาการในระดับดีมาก
ร้อยละ 80.00 - 100.00	หมายถึง	มีพัฒนาการในระดับดีเยี่ยม

3.3 นำผลที่ได้จากการเขียนรายงานตนเองของนักเรียนร่วมกับผลจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อใช้ในการสรุปถึงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนการสอนเรื่อง ทศนิยม จำนวน 4 แผน
2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม จำนวน 4 แผน
3. แบบทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม จำนวน 1 ฉบับ
5. แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 1 ฉบับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. ค่าร้อยละ (%)
3. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)
4. ประสิทธิภาพของกระบวนการและผลสัมฤทธิ์ (E_1/E_2)
5. การเปรียบเทียบความแตกต่าง ใช้ (t-test) แบบ dependent

จากขั้นตอนการนำรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาไปใช้ สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการ ได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ขั้นตอนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	แหล่งข้อมูลกลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย	ผลที่ได้รับ
1. ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา	<ol style="list-style-type: none"> 1. ชี้แจงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 2. ทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1 เรื่อง ทศนิยม 3. จัดการเรียนการสอนเรื่องทศนิยม จำนวน 18 ชั่วโมง 4. ทดสอบหลังเรียนเรื่องทศนิยม 	<p>นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านหนองขาว หนองขาว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 25 คน</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ทศนิยม 2. หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3. ค่าร้อยละ (%) 4. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) 	<p>ได้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา</p>

ตารางที่ 19 ขั้นตอนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตบุ๊กและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (ต่อ)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	แหล่งข้อมูลกลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย	ผลที่ได้รับ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตบุ๊กและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา	5. ทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม 6. จัดการเรียนการสอนเรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม จำนวน 17 ชั่วโมง 7. ทดสอบหลังเรียน เรื่องทศนิยม		3. แบบทดสอบ มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4. แบบสอบถามความคิดเห็น	5. ประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ (E_1/E_2) 6. การเปรียบเทียบความแตกต่างที่ใช้ (t-test) แบบ dependent	ที่ผ่านการใช้จริง ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และได้ประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน
3. เพื่อหาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตบุ๊กและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา	8. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็น 9. หาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน 10. หาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน				

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D_2) ประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน (Evaluation : E)

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยพิจารณาทบทวน และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตบุ๊กและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ทั้งระบบ โดยศึกษาผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พัฒนาการด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน และผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และ

กระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและนำไปขยายผลกับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของ โรงเรียนบ้านหนองยาวโดยมีการดำเนินการดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. เพื่อรับรองรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยการนำไปขยายผล

วิธีดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการ พัฒนา/ปรับปรุง รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์
และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาและนำไปขยายผลดังรายละเอียด
ต่อไปนี้

1. ปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1 นำผลจากการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน
ที่ได้จากการนำไปใช้จริงมาทบทวนรูปแบบการเรียนการสอน

1.2 ปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
จากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อให้ข้อเสนอแนะ

1.3 ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาจนได้รูปแบบการเรียนการสอน
เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่
สมบูรณ์สำหรับการนำไปขยายผล

2. การรับรองรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยการนำไปขยายผล ดำเนินการดังนี้

2.1 ประชุมชี้แจงครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อทำความเข้าใจ
เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2.2 ผู้วิจัยและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ร่วมเขียนแผนการ
จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา เรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม จำนวน 4
แผน รวม 17 ชั่วโมง

2.3 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่เขียนไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยดำเนินการดังนี้

2.3.1 ชี้แจง ทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบในการจัดการเรียนการสอน และวิธีวัดและประเมินผลในการจัดการเรียนการสอน

2.3.2 ทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ ทศนิยม ก่อนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.3.3 จัดการเรียนการสอนเรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม ตามแผนการจัดการเรียนการสอน และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ความสามารถด้านมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการทำใบงานของแต่ละแผนการจัดการเรียนการสอนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาพัฒนาการของมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.3.4 ทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ ทศนิยม หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่องการบวก การลบ การคูณ ทศนิยม ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.3.5 ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.3.6 ในระหว่างจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามที่ครูจัดให้แต่ละขั้นตอน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาพัฒนาการ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.4 หาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้จากการขยายผล
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม จำนวน 4แผน

2.แบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม จำนวน 1 ฉบับ

3.แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 1 ฉบับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. ค่าร้อยละ (%)

3. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

4. การเปรียบเทียบความแตกต่าง ใช้ (t-test) แบบ dependent

จากขั้นตอนการพัฒนาและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการ ได้ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ขั้นตอนการพัฒนาและการประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	แหล่งข้อมูลกลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา	1. นำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาวิเคราะห์ 2. ปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน 3. เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 4. ปรับปรุงแก้ไขและนำไปขยายผล	ผลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนในชั้นนำไปใช้จริง			ได้รูปแบบการเรียนการสอนที่สมบูรณ์
2. เพื่อรับรองรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยการนำไปขยายผล	1. ประชุมชี้แจงครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่ขยายผล 2. ผู้วิจัยและครูร่วมกันเขียนแผนการเรียนการสอนที่ใช้ในการขยายผล 3. ครูผู้สอน นำแผนการจัดการเรียนการสอนไปใช้ 4. หาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน	1. ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านหนองยาวจำนวน 1 คน 2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านหนองยาว จำนวน 26คน	1. หน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลบ การคูณทศนิยม 2. แบบทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4. แบบสอบถามความคิดเห็น	1. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3. ค่าร้อยละ (%) 4. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) 5. การเปรียบเทียบความแตกต่างของความแตกต่าง ใช้ (t-test) แบบ dependent	ได้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ผ่านการรับรอง โดยการนำไปขยายผล

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา 2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 2.1) เปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2.2) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน 2.3) เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2.4) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน 2.5) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และ 3. เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยออกแบบการวิจัยเป็นแบบ Embedded Design มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 3 ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาผู้วิจัยมีผลการดำเนินงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.1 ผลการศึกษาเอกสารข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ ประถมศึกษามีผลดังนี้

1.1.1 ผลการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีข้อค้นพบดังนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยการศึกษาข้อมูลด้านเอกสารเกี่ยวกับ ข้อมูลเชิงนโยบายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ข้อมูลเชิงนโยบายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศที่มีผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสรุปได้ดังนี้

1.1.1.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า เป็นหลักสูตรที่ใช้แนวคิดหลักสูตรอิงมาตรฐาน กำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับการจัดการเรียนรู้ไว้ 6 สาระ คือ สาระจำนวนและการดำเนินการ สาระการวัด สาระเรขาคณิต สาระพีชคณิต สาระการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยสาระทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องมีการจัดการเรียนการสอนสอดแทรกใน 5 สาระที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดประกอบด้วย การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยมีการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษา ระดับประถมศึกษา ผู้เรียนต้องมีคุณภาพทางคณิตศาสตร์ คือ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสาระการ

เรียนรู้ทั้ง 5 สาระ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และนำความรู้ที่ได้มาแสดงออกให้ครอบคลุมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.1.1.2 ผลการวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) พบว่า หลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาของประเทศสิงคโปร์ (Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus, 2013) มีเป้าหมายคือ ต้องการให้นักเรียน 1) ได้รับแนวคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะในการใช้ชีวิตประจำวัน และการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง 2) พัฒนาการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การประยุกต์ใช้ และทักษะอภิปัญญา ผ่านวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหาและ 3) สร้างความมั่นใจและส่งเสริมให้เกิดความสนใจในคณิตศาสตร์ โดยมีหลักการสอน 3 ประการ คือ 1) การเรียนรู้สำหรับความเข้าใจในการใช้เหตุผล กนำไปใช้และการแก้ปัญหา 2) การเรียนการสอนสำหรับการสร้างความรู้ให้นักเรียน โดยใช้ความสนใจและประสบการณ์ของนักเรียน รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสะท้อนการเรียนรู้ 3) การเรียนการสอนที่เชื่อมต่อการเรียนรู้สู่โลกแห่งความเป็นจริง หลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศแคนาดา (The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005) ได้ให้ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นว่า การแก้ปัญหาคือว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ทำให้ให้นักเรียนสามารถบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ได้ โดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหา และมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยทักษะกระบวนการด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving) จะเป็นแกนในการขับเคลื่อนให้เกิด การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and Proving) การสะท้อนภาพ (Reflecting) การเลือกใช้เครื่องมือและกลยุทธ์ในการคำนวณ (Selecting Tools and Computational Strategies) การเชื่อมโยง (Connecting) การแสดงเครื่องหมายแทน (Representing) และการติดต่อสื่อสาร (Communicating) โดยผู้เรียนต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการขับเคลื่อนความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ และความเข้าใจ เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ขั้นตอนต่างๆ กระบวนการและ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องละเอียดถี่ถ้วน และประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาบังคับที่ต้องจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในทุกระดับชั้น โดยมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการสื่อสาร สามารถแก้ปัญหาได้และนำไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งจุดประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21 คือ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าทางคณิตศาสตร์ มีความมั่นใจเป็นนักแก้ปัญหา สามารถสื่อสารและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย เนื้อหาเรื่อง จำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต

การวัด สถิติและความน่าจะเป็น ส่วนทักษะกระบวนการที่ต้องมีการสอนควบคู่ไปกับเนื้อหา ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การเชื่อมโยง 4) การสื่อสาร และ 5) ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะเหล่านี้ต้องมีการพัฒนาไปพร้อมกัน และเกิดความคล่องแคล่วในการดำเนินการ

1.1.2 ผลการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีข้อค้นพบ ดังนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยการศึกษาข้อมูลด้านเอกสารเกี่ยวกับ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสรุปได้ดังนี้

1.1.2.1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ ความคิดสำคัญ หรือความเข้าใจของสิ่งใดสิ่งหรือหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ จนนำไปสู่การได้ข้อสรุปที่เป็นสาระสำคัญของเรื่อง และสามารถนำความคิดสำคัญที่ได้ไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยกระบวนการที่นำไปสู่การเกิดมโนทัศน์ได้นั้นประกอบไปด้วย 1) การนำเสนอสิ่งเร้าให้นักเรียนได้รู้จัก 2) จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะต่างๆ กับสิ่งเร้า นั้น 3) ให้นักเรียนระบุสิ่งที่รับรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้า นั้นๆ 4) ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลหรือแยกแยะสิ่งที่ได้รับรู้จากสิ่งเร้า จนนำไปสู่การคาดการณ์ถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้า นั้น 5) สร้างสมมติฐานที่เกี่ยวกับการรวมลักษณะของสิ่งเร้าที่เหมือนกัน 6) ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง 7) เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการร่วมกัน ได้ 8) จัดลักษณะของสิ่งเร้าที่คัดเลือกได้จากสมมติฐานให้สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างของความคิด 9) การสรุปอ้างอิง หรือการสรุปครอบคลุม โดยการสรุปเป็นมโนทัศน์ที่ได้ 10) คิดหาสัญลักษณ์ที่เหมาะสมใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ใหม่

1.1.2.2 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมโนทัศน์ไว้โดยสรุปดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการดำเนินการของ จำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต เป็นสาระที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกัน ประกอบด้วย เรื่อง มุม เส้นขนาน รูปเรขาคณิตสองมิติ รูปเรขาคณิตสามมิติ เวลา เงิน ทิศ แผนที่และแผนผัง สาระที่ 4 พีชคณิต ประกอบด้วย

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง สมการและการแก้สมการ ส่วนสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

1.1.2.3 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถดำเนินการได้ดังนี้ คือ 1) กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ 2) วิเคราะห์หามโนทัศน์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน 3) ครูจัดเตรียมข้อมูลหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของมโนทัศน์นั้นๆ 4) ให้นักเรียนลงมือศึกษา ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งที่จัดเตรียมไว้ 5) นักเรียนรายงานสิ่งที่ตนเองได้พบ 6) บอกลักษณะเฉพาะที่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์นั้น 7) ให้นักเรียนสรุปและให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ที่เรียนรู้ 8) สรุปมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนรู้ด้วยภาษาของตนเอง 9) ประยุกต์ใช้มโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งจากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์พบว่า มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนจุดมุ่งหมายของการเรียน ขั้นตอนตัวอย่างของความคิดรวบยอด ขั้นตอนทดลองและสรุปผล และขั้นประเมินผล

1.1.3 ผลการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีข้อค้นพบดังนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการศึกษาข้อมูลด้านเอกสารเกี่ยวกับ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสรุปได้ดังนี้

1.1.3.1 กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลจากการสังเคราะห์กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาของประเทศสิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา และประเทศแคนาดา สรุปได้ว่า กระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.1.3.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการหรือวิธีการในการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งผู้ที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านความรู้ที่เป็นเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา ความรู้เกี่ยวกับทักษะการคำนวณ และความสามารถด้านการอ่านมาประยุกต์ใช้เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาและดึงเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้นๆ โดยมีขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นอ่านและทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ขั้นตรวจสอบ

วิธีการและคำตอบที่ได้ และ 5) ขึ้นมองย้อนและขยายผล โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ 1) การทบทวนความรู้เดิม 2) สอนเนื้อหาใหม่ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอนที่นำมาใช้เป็นหลักในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 3) การสรุปความรู้และ 4) นำความรู้ไปใช้การแก้ปัญหา

1.1.3.3 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือความสามารถของบุคคลในการให้คำอธิบายที่น่าเชื่อถือกับข้อสรุปของตนเองเพื่อเป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่โดยการอ้างอิงข้อสรุปของตนเองกับแนวคิด/ทฤษฎี/หลักการทางคณิตศาสตร์ที่มีนักการศึกษาได้ค้นพบมาแล้ว หรือการสร้างข้อสรุปของตนเองให้เป็นที่ยอมรับโดยการวิเคราะห์/เชื่อมโยงหลักการ/แนวคิด/ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่มีมาก่อนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปใหม่ที่ตนเองค้นพบ ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) และการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Intuitive Reasoning) โดยวิธีการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น การใช้ปัญหาปลายเปิด การสอนแบบรู้คิด (CGI) การสอนแบบร่วมมือ และการสอนแบบอุปนัย-นิรนัย

1.1.3.4 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง กระบวนการในการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้รับสารกับผู้ส่งสารเพื่ออธิบาย แสดงความคิดเห็น หรือตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน และถูกต้องเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งแนวทางในกาส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ สามารถทำได้โดยการจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยการจัดกิจกรรมกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงประสบการณ์ของนักเรียนและนำสถานการณ์ เรื่องใกล้ตัวนักเรียนมาเป็นสื่อในการกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกด้านการสื่อสารในลักษณะต่างๆ เช่น การพูด การอธิบาย การอภิปราย การวาดภาพ แล้วให้ผลย้อนกลับทันทีเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความสามารถของตนเองและเกิดความรู้สึภาคภูมิใจในการเรียนรู้ของตนเอง

1.1.3.5 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หมายถึง การผสมผสาน เนื้อหาสาระและหลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกันมาจัดให้เป็นระบบ และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องโดยลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่ง

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์คือ การให้นักเรียนมีกิจกรรมของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย มีการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้และมโนทัศน์นั้นไปสร้างความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้ในลักษณะภายในกลุ่มสาระ ระหว่างกลุ่มสาระ และในชีวิตประจำวัน โดยการให้นักเรียนได้แสดงออกมาในรูปแบบต่างๆเช่นการอธิบาย การวาดภาพ และการอภิปราย โดยสถานการณ์ที่จะนำมาใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้คือเนื้อหาตามหลักสูตร โดยการประยุกต์ใช้สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์เรื่องราวใกล้ตัวนักเรียน และเหตุการณ์ในชีวิตจริงมาใช้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

1.1.3.6 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จินตนาการและวิจารณญาณในการพัฒนา คิดค้น ประยุกต์ ต่อเติมความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่างๆที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ หรือความรู้ใหม่ ซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยพื้นฐานของการคิดอย่างน้อย 4 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดริเริ่มความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ แนวทางการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สามารถดำเนินการได้โดยการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แก่นักเรียน ให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษา แนะนำของครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ปัญหาเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองแสดงให้เห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ได้ส่งเสริมให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลก และมีคุณค่า

1.1.4 ผลการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน มีข้อค้นพบดังนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการศึกษาข้อมูลด้านเอกสารเกี่ยวกับ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสรุปได้ดังนี้

1.1.4.1 รูปแบบการเรียนการสอน (model of teaching) มีหลายรูปแบบ ควรเลือกให้เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนโดยในการวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายในการพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นกระบวนการผสมผสานกับการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ของ 2 ตระกูล คือ ตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (The information-processing family of Models) และตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นระบบสังคม (The social family of Models) มาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.1.4.2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาพบว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้นั้น ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ผสมผสานกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) เนื่องจากแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความเชื่อว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และสร้างความหมายจากการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่น และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) มีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 3 – 6 คนที่มีข้อกำหนดในการเข้ากลุ่มอย่างชัดเจน เพื่อดำเนินกิจกรรมในการหาความรู้โดยมีเป้าหมายสำคัญคือความสำเร็จของกลุ่มเกิดมาจากความสำเร็จของสมาชิกภายในกลุ่มทุกคน และถือว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่จะช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม และความสามารถในการคิดขั้นสูงให้กับนักเรียน

1.1.4.3 รูปแบบการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนานโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) คือ รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) ที่มีการให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้กลุ่มย่อยไม่เกิน 4 คน ซึ่งใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการสร้างความรู้จากการลงมือปฏิบัติและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่นทั้งนักเรียนและครูผู้สอน

1.2 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา จากแหล่งข้อมูลบุคคลมีผลดังนี้

1.2.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการของนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 โดยการ

ใช้แบบสอบถามความคิดเห็นกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 -6 จำนวน 9 โรงเรียน รวม 160 คน ได้ข้อค้นพบว่า

1.2.1.1 บทบาทของนักเรียนที่ต้องการในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมกับครูในการกำหนดเป้าหมายในการเรียนแต่ละครั้ง ส่วนการจัดการเรียนการสอน นักเรียนต้องการให้มีการจัดการเรียนรู้ที่มีการช่วยเหลือกันระหว่างเพื่อน มีอิสระในการเรียนรู้ การวางแผนและการหาคำตอบ ด้วยตนเองและการช่วยเหลือระหว่างเพื่อน ได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกับครูโดยการได้ถามและตอบคำถามจากครู และต้องการนำความรู้ที่ได้นำไปสู่การใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตของนักเรียนด้วยตนเอง ดังข้อมูลที่ได้จากการเขียนสะท้อนความคิดเห็นจากคำถามปลายเปิดของแบบสอบถามความคิดเห็นต่อไปนี้

“อยากตั้งเป้าหมายในการเรียนร่วมกับครูด้วย”

“อยากให้มีการเรียนเป็นกลุ่ม จะได้ให้เพื่อนๆ ช่วยอธิบายให้ฟัง เวลาผมไม่เข้าใจ ”

“ชอบที่เมื่อได้เรียนแล้ว มีการให้ลงมือทำเลขด้วย จะได้ว่าตัวเองเข้าใจเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด ”

“บางครั้งเรียนไม่เข้าใจ เลยอยากจะถามครูและอยากให้ครูถามด้วย จะได้ว่ารู้สึกว่าครูให้ความสนใจ และจะได้แก้ไขความเข้าใจของตัวเองด้วย”

1.2.1.2 บทบาทของครูที่นักเรียนต้องการในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องการให้ครูมีการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนเริ่มจัดการเรียนการสอน ต้องการให้ครูจัดกิจกรรมทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มสอนเรื่องใหม่ ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนต้องการให้ครูให้การช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ต้องการให้ครูมีการให้คะแนนทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม และเปิดโอกาสให้ครูและนักเรียนได้สนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ดังข้อมูลที่ได้จากการเขียนสะท้อนความคิดเห็นจากคำถามปลายเปิดของแบบสอบถามความคิดเห็นต่อไปนี้

“ก่อนจะเรียนต้องการให้ครูจัดกิจกรรมอะไรก็ได้ ที่ทำให้พวกเรามีความพร้อมก่อนที่จะเริ่มสอน”

“ ก่อนที่ครูจะสอนเรื่องใหม่ อยากให้ครูทบทวนความรู้ที่ผ่านมาก่อนเพราะบางครั้งยังไม่เข้าใจพอเรียนเรื่องใหม่ก็ไม่เข้าใจอีก”

“ เวลาเรียนอยากให้ครูเข้ามาดูการทำงานด้วย เพราะบางครั้งเกิดข้อสงสัย จะได้ว่าถามครูได้”

“อยากให้เวลาเรียนมีการซักถาม คุยกันเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนให้มากขึ้น จะได้เข้าใจมากขึ้น”

“เวลาครูให้คะแนน อยากให้มีกรให้คะแนนเป็นกลุ่มด้วย นอกเหนือจากการให้คะแนนเป็นคนๆ”

1.2.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับมุมมองของรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา กับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 จำนวน 5 คน ระหว่างวันที่ 16 - 17 ธันวาคม 2557 สรุปได้ว่า

1.2.2.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา คือ 1)นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนได้อย่างถูกต้อง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาถูกต้องตามหลักการและมีความสมเหตุสมผล 2)ใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย และใช้ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือและการสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ 3)ส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้าง/รู้เป้าหมายในการเรียนรู้ เข้าใจหลักการของเรื่องที่เรียน และนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การปฏิบัติจริง และฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ คึงสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“ หลักการสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน คือต้องให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่ถูกต้องในเรื่องนั้นๆก่อน หากนักเรียนมีความคิดรวบยอดที่ถูกต้องแล้ว ก็จะสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้องได้ ”

“ต้องเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นฐานคิดในการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน ”

1.2.2.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ควรมีขั้นตอนดังนี้ 1)ครูจัดเตรียมเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ 2)อธิบายกติกาในการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน 3)ทบทวนความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับเรื่องที่จะเรียนและเติมเต็มพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนบกพร่อง 4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดย เชื่อมโยงจากสิ่งที่นักเรียนรู้แล้วไปสู่เรื่องใหม่ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องที่เข้าใจยากให้เป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ง่ายครูนำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ให้นักเรียนบอกลักษณะร่วมของตัวอย่างเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ ให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เป็นมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆด้วยตนเอง ตรวจสอบความถูกต้อง

ของมโนทัศน์โดยการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน นำความรู้ที่ได้ไปฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“สิ่งสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ก่อนอื่นครูต้องเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องให้พร้อมเสียก่อน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับบทติกาการเรียนให้นักเรียนรู้ เพราะนักเรียนจะได้รู้ว่าตนเองต้องปฏิบัติตัวอย่างไรบ้าง ”

“ ต้องมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนการสอน หากพบว่านักเรียนยังไม่มีความรู้เดิมไม่เพียงพอ ครูต้องสอนเสริมก่อน หากไม่ให้ความสำคัญกับเรื่องนี้ ก็จะส่งผลเสียต่อการสอนในเรื่องใหม่อีก ”

“ ในการสอนต้องสอนอย่างมีขั้นตอน คือ เชื่อมโยงจากสิ่งที่นักเรียนรู้แล้วไปสู่เรื่องใหม่ สอนจากง่ายไปยาก ”

1.2.2.3 กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา คือ 1)ศึกษาหลักสูตร 2) ครูเตรียมการสอนล่วงหน้า 3)ครูแจ้งวัตถุประสงค์ในการสอนแต่ละครั้ง 4) นำเสนอเรื่องที่จะสอนด้วยวิธีการที่หลากหลายและทันสมัย 5)สอนอย่างละเอียดโดยเน้นสร้างความเข้าใจพื้นฐานที่ถูกต้องเพื่อต่อยอดการคิดวิเคราะห์ เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจกระบวนการด้วยตนเอง 6)ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง 7)จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่ออกแบบไว้และอาจมีการปรับปรุงให้เกิดความเหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ 8)มีการประเมินผลการเรียนรู้ทุกครั้งการสอน 9)สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี 10)ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้การเสริมแรง ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ และเติมเต็มในสิ่งที่นักเรียนยังมีความรู้ไม่พอ ดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“สิ่งสำคัญคือ ครูต้องศึกษาหลักสูตรในกลุ่มสาระนั้นๆให้เข้าใจ และมีการนำไปสู่การเขียนแผนที่มีประสิทธิภาพและนำแผนที่เขียนไปสู่การสอนจริง หากพบข้อบกพร่องก็ปรับปรุงแผนการสอนนั้นๆ หากทำอย่างนี้ได้เชื่อว่า การสอนนั้นก็จะมีประสิทธิภาพ ”

“ ในความคิดของตนเอง คิดว่ากลยุทธ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ตัวครู หากครูมีความเป็นมิตรต่อนักเรียน สร้างบรรยากาศในการเรียนที่สนุกสนาน มีการเสริมแรงและให้ความสนทนากับนักเรียนอย่างทั่วถึง ก็จะส่งผลให้การสอนในครั้งนั้นๆประสบผลสำเร็จได้ ”

“ วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการชี้แนะ และการอธิบายจากครูเพื่อช่วยทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังนั้นหลังจากที่นักเรียนได้ไปศึกษาความรู้จากหนังสือเรียนและตัวอย่างแล้ว ครูต้องอธิบายและทำความเข้าใจให้กับนักเรียนด้วย สิ่งนี้ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้สำหรับการสอนคณิตศาสตร์ ”

1.2.2.4 ลักษณะของการวัดและประเมินผลด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) ต้องวัดและประเมินผลตามตัวชี้วัด 2) ประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน ทั้ง ความรู้ ทักษะกระบวนการ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 3) ต้องดำเนินการวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน 4) วัดและประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน 5) ใช้เครื่องมือในการวัดที่หลากหลายสอดคล้อง เหมาะสมกับประเด็นที่จะประเมิน 6) เครื่องมือที่ใช้ต้องมีคุณภาพและครอบคลุมตัวชี้วัด 7) เครื่องมือที่ใช้ต้องเป็นเครื่องมือที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการนำไปใช้จริง 8) การประเมินต้องประเมินทั้งกระบวนการทำงานและผลสำเร็จของงาน 9) เน้นการประเมินตามสภาพจริงดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“ไม่ว่าจะเป็นการวัดและประเมินผลวิชาใดก็ตาม ครูจำเป็นต้องวัดและประเมินผลตามตัวชี้วัด และใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ ”

“การวัดและประเมินผลต้องไม่แยกออกจากการเรียนการสอนปกติ และต้องเป็นการวัดผลเพื่อนำผลมาพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน ”

“เครื่องมือที่ใช้วัดผลต้องเป็นเครื่องมือที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด ใช้ได้ง่าย และเน้นการประเมินตามสภาพจริง”

1.2.2.5 ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มี 4 ด้าน คือ 1) ด้านนักเรียน ได้แก่ ระดับสติปัญญาของนักเรียน ความสนใจการเรียนรู้ของนักเรียน และพื้นฐานความรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2) ด้านครู ได้แก่ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของครู เทคนิคการสอนของครู การเปิดกว้างของครูในการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการเรียนรู้การส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง และความเอาใจใส่ของครูผู้สอน 3) ด้านผู้ปกครอง ได้แก่ ความเอาใจใส่ต่อการศึกษาศึกษาของผู้ปกครองที่มีต่อนักเรียนใน ความรับผิดชอบ 4) ด้านสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ ได้แก่ บรรยากาศภายในห้องเรียน สภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน การใช้สื่อประกอบการเรียนรู้ที่หลากหลายและทันสมัยและเวลาที่เพียงพอในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง ดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“สิ่งที่ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่สำคัญคือ ครู หากครูมีจิตวิทยาในการสอนที่ดี ก็จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ”

“ พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนมีผลต่อการ เรียนรู้ในทุกเรื่องของนักเรียน หากนักเรียนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีแล้ว การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถที่สูงขึ้นย่อมทำได้ไม่ยาก ”

“ ผู้ปกครองก็มีส่วนช่วยให้นักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ได้ หากครอบครัวใดมีพ่อแม่ที่ให้ความสำคัญและสนใจในการเรียนของลูก ก็จะส่งผลให้นักเรียนคนนั้นมีผลการเรียนที่ดีด้วย ”

“ สภาพแวดล้อมของห้องเรียน และ โรงเรียนใครคิดว่าจะไม่สำคัญ หากโรงเรียนมีสภาพแวดล้อมที่ร่มรื่น มีบรรยากาศทางวิชาการ ก็จะส่งผลให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับวิชาการ เวลาเรียนนักเรียนก็จะมีความสนใจต่อการเรียนมากขึ้น ”

1.2.3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับมุมมองของรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษากับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ระหว่างวันที่ 25 - 26 ธันวาคม 2557 สรุปได้ว่า

1.2.3.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีความเชื่อว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถและพัฒนาตนเองได้ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างเนื้อหา ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์และส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และการมีทักษะพื้นฐานด้านการบวก การลบ การคูณ การหาร ส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มที่ลดความสามารถของผู้เรียนผ่านการเรียนรู้ที่ลงมือปฏิบัติที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงและนำไปสู่การใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน ดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“ หลักการของรูปแบบการสอนที่จะพัฒนาขึ้น ต้องให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมกระบวนการทุกด้าน และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้”

“ ต้องเชื่อว่าทุกคนมีความสามารถและพัฒนาตนเองได้ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง ใช้หลักการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่มโนทัศน์ และส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21”

“ เน้นการปฏิบัติจริงอย่างเป็นรูปธรรม สัมพันธ์กับชีวิตจริง เน้นทักษะพื้นฐานด้านการคำนวณและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์”

1.2.3.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ควรมีขั้นตอนดังนี้ 1)การวินิจฉัยผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ 2)เตรียมความพร้อมของผู้เรียนในด้านต่างๆ ได้แก่ วินัยในชั้นเรียน วัสดุอุปกรณ์ในการเรียนรู้ การทำข้อความเข้าใจร่วมกันในการเรียนรู้ 3)ทบทวนความรู้เดิมและนำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ใหม่ 4)จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา การส่งเสริมให้มีการสื่อสารระหว่างกัน 5)มีการนำปัญหาจากชีวิตจริงมาใช้ในการเรียนรู้ และมีการฝึกทักษะในชั้นเรียนกับครูเพื่อนและด้วยตนเอง 6)ประมวลความรู้ที่ได้ นำไปสู่การสร้าง สรุป และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ 7)ประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้วิธีการที่หลากหลายโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของครูและคุณภาพของผู้เรียน ดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“ขั้นแรกของการจัดการเรียนการสอนต้องมีการวินิจฉัยผู้เรียนก่อนแล้วเพิ่มเติมในสิ่งที่นักเรียนขาด แล้วลักษณะของการจัดการเรียนรู้ควรสอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ส่วนการประเมินผลต้องเน้นไปที่การประเมินเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ”

“ต้องเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆของนักเรียน แล้วทบทวนความรู้เดิม เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ นำเสนอแนวคิด วิธีการโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม ฝึกทักษะในชั้นเรียนกับครู เพื่อนและตนเอง ประมวลความรู้และสร้างมโนทัศน์ สรุปมโนทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ”

“เป็นกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือ เน้นกระบวนการกลุ่มและการทำงานเป็นทีม ”

1.2.3.3 กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้แก่ 1)การใช้ของจริงหรือสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวนักเรียนที่สัมพันธ์กับเรื่องที่เรียน 2)การใช้คำถามที่กระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดแก่นักเรียน 3)การฝึกใช้ยุทธวิธีต่างๆในการแก้ปัญหา 4)ฝึกให้นักเรียนสร้างปัญหาและแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยใช้เทคนิคการร่วมมือและการระดมสมอง 5)ใช้เทคโนโลยีประกอบการจัดการเรียนรู้ 6)เน้นกระบวนการและฝึกทักษะในชั้นเรียน กับครูและเพื่อนและด้วยตนเอง 7)เปิดโอกาสนักเรียนได้นำเสนอในรูปแบบต่างๆถึงวิธีการได้มาของการแก้ปัญหาและมีการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา 8)ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานตามความถนัดของนักเรียน ดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“เน้นการใช้คำถามที่มีพลัง นำสถานการณ์ในชีวิตจริงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ และใช้เทคโนโลยีประกอบการจัดการเรียนรู้ ”

“เน้นกระบวนการและฝึกทักษะในชั้นเรียนกับครูและเพื่อน และด้วยตนเอง ใช้คำถามนำไปสู่การคิด ฝึกให้นักเรียนสร้างปัญหาและแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยใช้เทคนิคการร่วมมือและการระดมสมอง ”

“เริ่มจากของจริงที่มีอยู่รอบตัวนักเรียนที่สัมพันธ์กับเรื่องที่เรียน เน้นการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอวิธีการได้มาของการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานตามความถนัดของนักเรียน ”

1.2.3.4 ลักษณะของการวัดและประเมินผลด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้ 1) ต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการประเมินผลที่ชัดเจน 2) การประเมินผลการเรียนรู้ต้องมีความต่อเนื่องและควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน 3) ต้องมีการใช้เครื่องมือการประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้อง เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องประเมิน 4) เครื่องมือที่ใช้ประเมินต้องเป็นเครื่องมือที่ได้มาตรฐานและเตรียมพร้อมสำหรับการประเมินในระดับชาติและนานาชาติ 5) ต้องมีเกณฑ์การประเมินที่เป็นระบบชัดเจน 6) ในการประเมินแต่ละเรื่องควรมีการประเมินซ้ำหลายๆครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“ต้องเป็นการวัดผลเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลายตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดและมีมาตรฐานที่พร้อมสำหรับการประเมินระดับชาติและนานาชาติ และการประเมินควรเปิดโอกาสให้ครูและนักเรียนเป็นผู้ประเมินและสะท้อนผลการประเมินซึ่งกันและกัน ”

“ลักษณะของการวัดผลคณิตศาสตร์ที่ดีนั้น ต้องประเมินกระบวนการมีการใช้คำถามที่เจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธีและกระบวนการในการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การวัดผลที่เป็นระบบชัดเจน มีวัตถุประสงค์ในการวัดที่ชัดเจน มีการวัดผลที่ต่อเนื่องและควบคู่ไปกับการเรียนการสอน”

1.2.3.5 ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 1) ด้านครูผู้สอน ได้แก่ มีความรักในการสอน มีจิตวิทยาในการสอน มีความรู้ในเรื่องที่สอน มีเทคนิค วิธีในการจัดการเรียนการสอน มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลายและเหมาะสม และมีความสามารถในการบริหารจัดการชั้นเรียน 2) ด้านผู้บริหาร ได้แก่ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ 3) ด้านนักเรียน ได้แก่ ให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนรู้ มีความพร้อมในการเรียนรู้ เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ 4) ด้านสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของนักเรียนและ

5)ด้านผู้ปกครอง ได้แก่ เห็นความสำคัญของการศึกษา และติดตามดูแลเอาใจใส่นักเรียนดังสะท้อนได้จากข้อมูลการสัมภาษณ์ ดังนี้

“ครูต้องมียุทธศาสตร์ความรู้เพียงพอ มีใจที่จะสอน มีจิตวิทยาการสอน และมีทักษะในการใช้เครื่องมือต่างๆ ”

“ต้องมีการบริหารจัดการชั้นเรียนที่ดี ได้รับความร่วมมือในการเรียนรู้ของนักเรียน และครูต้องมีความสามารถในการสร้างความตระหนักในการรักการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ”

“ครูต้องมีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ มีสื่อการสอนที่หลากหลาย ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายและเหมาะสม สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่เอื้อในการเรียนรู้ ”

ผลจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา สรุปได้ว่า

1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญคือ การพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การที่นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และต้องอาศัยทักษะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะในการให้เหตุผล ทักษะในการเชื่อมโยง ทักษะในการสื่อสารและการนำเสนอ และทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ดำเนินการ โดยการส่งเสริมให้นักเรียนได้กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ จัดเตรียมแหล่งข้อมูลและให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลนั้น จนนำไปสู่การค้นพบมโนทัศน์ที่ต้องการ จากนั้นนำมโนทัศน์ที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันจนนำไปสู่ข้อสรุปของมโนทัศน์ที่ถูกต้องและสรุปมโนทัศน์ด้วยภาษาของตนเอง และส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะโดยการนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. บทบาท ที่นักเรียนต้องการในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ได้แก่

4.1 บทบาทของครูที่นักเรียนต้องการ คือ ต้องการให้ครูมีการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนเริ่มจัดการเรียนการสอน ต้องการให้ครูจัดกิจกรรมทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มสอนเรื่องใหม่ ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนต้องการให้ครูให้การช่วยเหลือ

นักเรียนในการเรียนรู้ สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ต้องการให้ครูมีการให้คะแนนทั้งเป็นรายบุคคล และรายกลุ่ม และเปิดโอกาสให้ครูและนักเรียนได้สนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

4.2 บทบาทของนักเรียนที่ต้องการ คือ นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมกับครูในการกำหนดเป้าหมายในการเรียนแต่ละครั้ง ส่วนการจัดการเรียนการสอน นักเรียนต้องให้มีการจัดการเรียนรู้ที่มีการช่วยเหลือกันระหว่างเพื่อน มีอิสระในการเรียนรู้ การวางแผนและการหาคำตอบ ด้วยตนเองและการช่วยเหลือระหว่างเพื่อน ได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกับครู โดยการได้ถามและตอบคำถามจากครู และต้องการนำความรู้ที่ได้นำไปสู่การใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตของนักเรียนด้วยตนเอง

5. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ 1) มีการเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนจัดการเรียนการสอน 2) มีการกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน 3) ทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนรู้เรื่องใหม่ 4) แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา 5) สร้างมโนทัศน์ใหม่ด้วยภาษาของตนเอง และ 6) นำมโนทัศน์ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนา รูปแบบ รวมทั้งหาประสิทธิภาพของรูปแบบ และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบดังนี้

2.1 ผลของการออกแบบและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในการออกแบบและพัฒนาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมาใช้ในการออกแบบและพัฒนา มีผลดังนี้

2.1.1 ผลการสังเคราะห์ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีผลการสังเคราะห์และการพัฒนาองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

2.1.1.1 ผลการสังเคราะห์ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และผลการสังเคราะห์แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วย

ตนเอง (Constructivism) ผสมผสานกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่นำมาใช้เป็นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) และรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) ที่มีความสัมพันธ์กันดังแผนภาพที่ 9

2.1.1.2 ผลการพัฒนาหลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมโน้ตส่นและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยการศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) จากแนวคิดของ Vygotsky, 1978; Piaget, 1977; Wood, Bruner and Ross, 1976; Dalgarno, 2001; George, 1991; Brooks and Brooks, 1993; ทิศนา แคมมณี, 2554; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2545) ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) จากแนวคิดของ Slavin, 1990; Johnson and Johnson, 1996; Johnson, Johnson and Holubec, 1987; Ajose and Joyner, 1990; Davidson, 1984; วัชรวิภา เถาเรียนดี, 2555; พิมพ์พันธ์ุ เฉชะคุปต์, 2544 รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) จากแนวคิดของ Barrow, 1985; Schmidt, 1993; กระทรวงศึกษาธิการ, 2541; สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนารการเรียนรู้, 2550 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) จากแนวคิดของ Bruner, 1966; Bell, 1978; สสวท, 2546; มสช, 2537 และรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) จากแนวคิดของ Davidson (1984) ซึ่งผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์ กำหนดเป็นกรอบแนวคิดทฤษฎีและกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแผนภาพที่ 10

แนวคิด ทฤษฎี

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

1) มนุษย์เรียนรู้จากการค้นหา การจัดระเบียบและการซึมซับความรู้ โดยผ่านข้อมูลที่นักเรียนมีอยู่ หากนักเรียนถูกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา นักเรียนจะพยายามปรับโครงสร้างของปัญญาให้เข้าสู่สภาวะสมดุล โดยวิธีการดูดซึม และปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุล อันนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาในตนเอง

2) การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม ระหว่างกลุ่มเพื่อนและครู โดยนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือจากครูเพื่อให้ก้าวพ้นพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สูงขึ้น โดยการเสริมต่อการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ

1) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้โดยกระบวนการเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ที่มีการแลกเปลี่ยนและความสามารถของผู้เรียนเพื่อดำเนินกิจกรรมในการหาความรู้

2) เป้าหมายสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ คือ ความสำเร็จของกลุ่มเกิดมาจากความสำเร็จของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม ที่เกิดจากการร่วมมือในการปฏิบัติงาน

ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

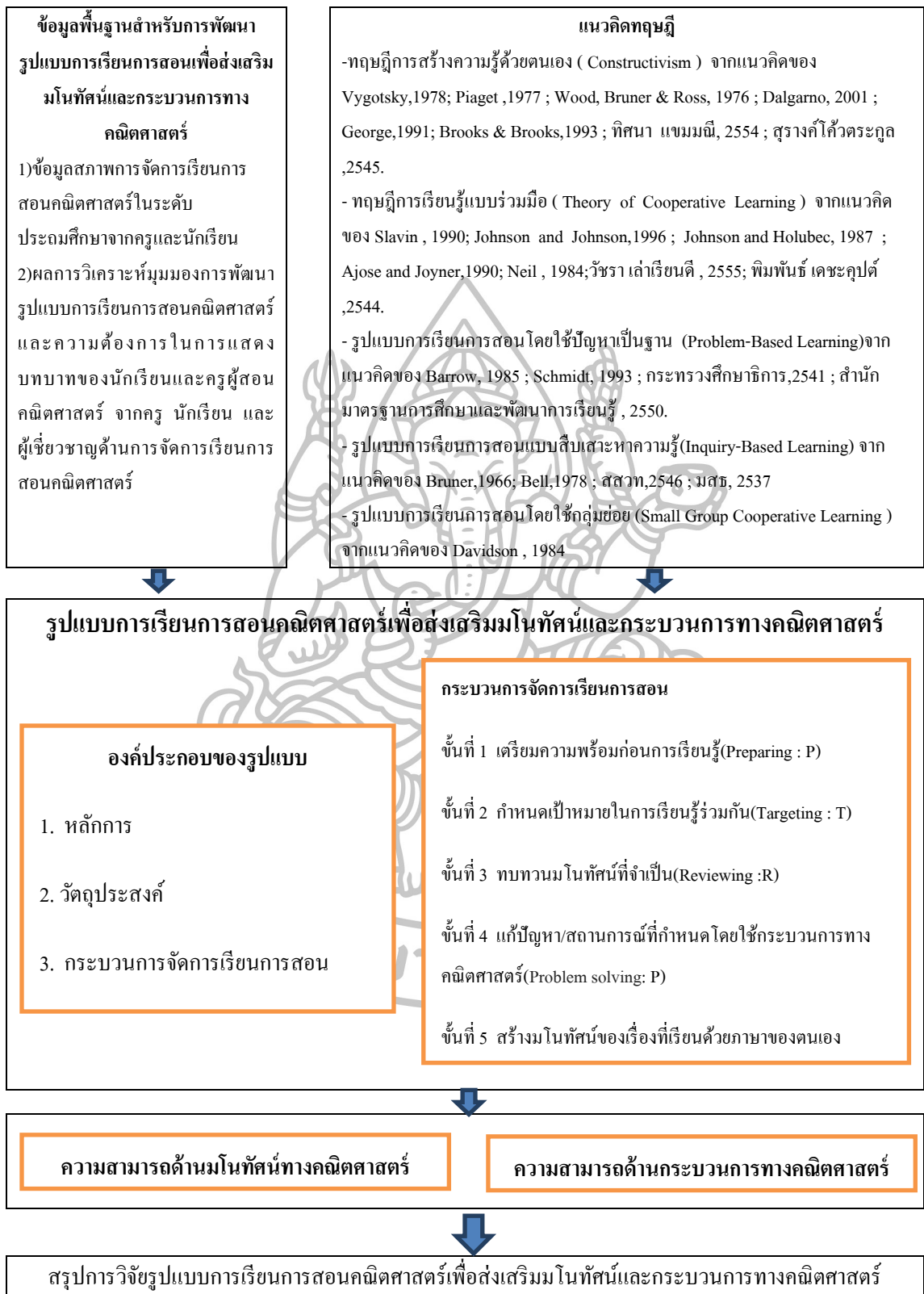
- 1) ข้อมูลสภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาจากครูและนักเรียน
- 2) ผลการวิเคราะห์มุมมองการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และความต้องการในการแสดงบทบาทของนักเรียนและครูผู้สอนคณิตศาสตร์จากครู นักเรียน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

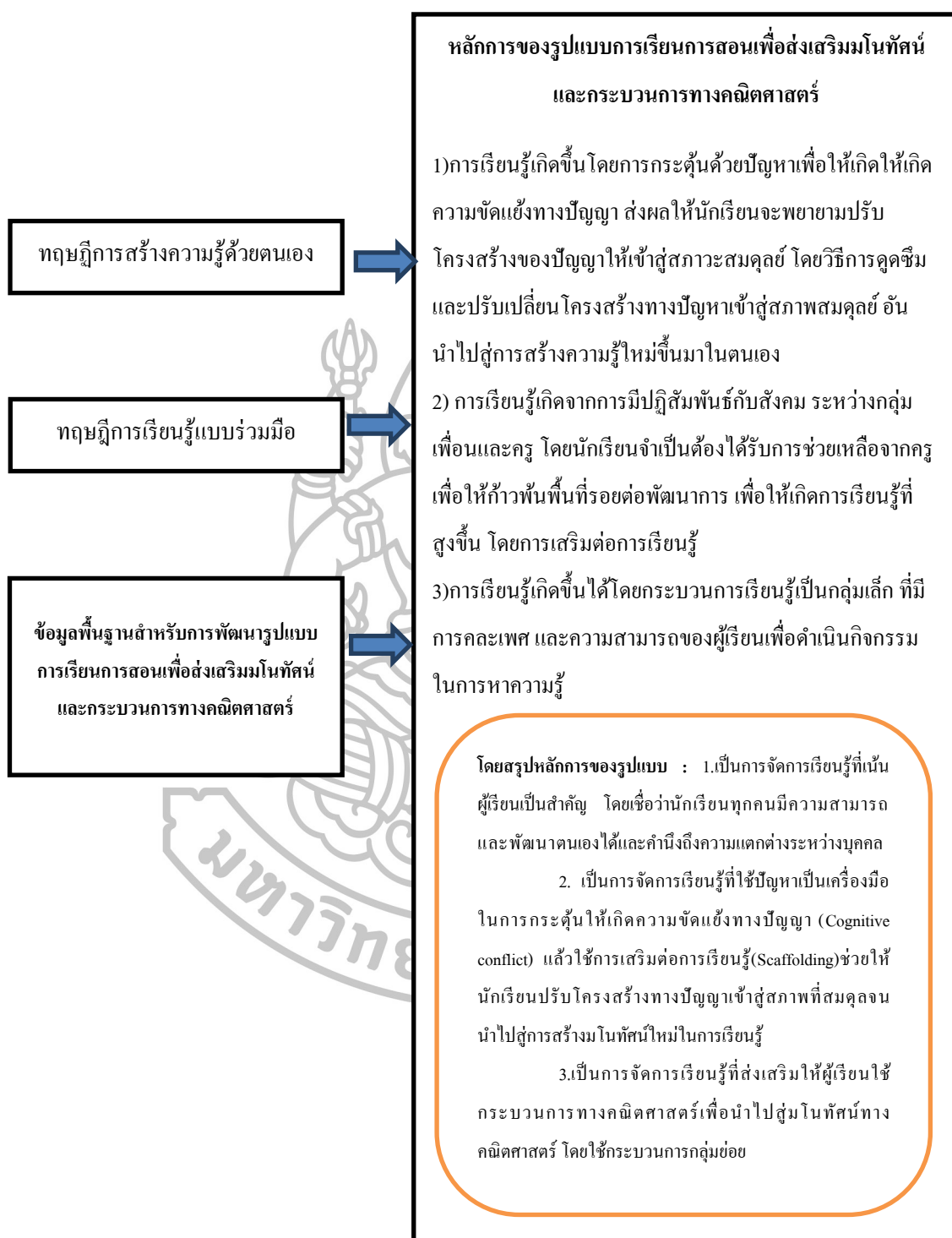
- 1) การศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการอ่าน การเขียน และการคิดคำนวณ และมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะด้านความร่วมมือและทักษะในการเรียนรู้ ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีทักษะในการแก้ปัญหา มีความร่วมมือในการเรียนรู้และมีทักษะในการเรียนรู้
- 2) จากปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดความสามารถในด้านมโนทัศน์ที่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันส่งผลไปสู่สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ไม่น่าพึงพอใจ

ดังนั้นในการที่จะทำให้ผู้เรียนมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น จำเป็นต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์และมีความสามารถในกระบวนการต่างๆทางคณิตศาสตร์ จึงได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

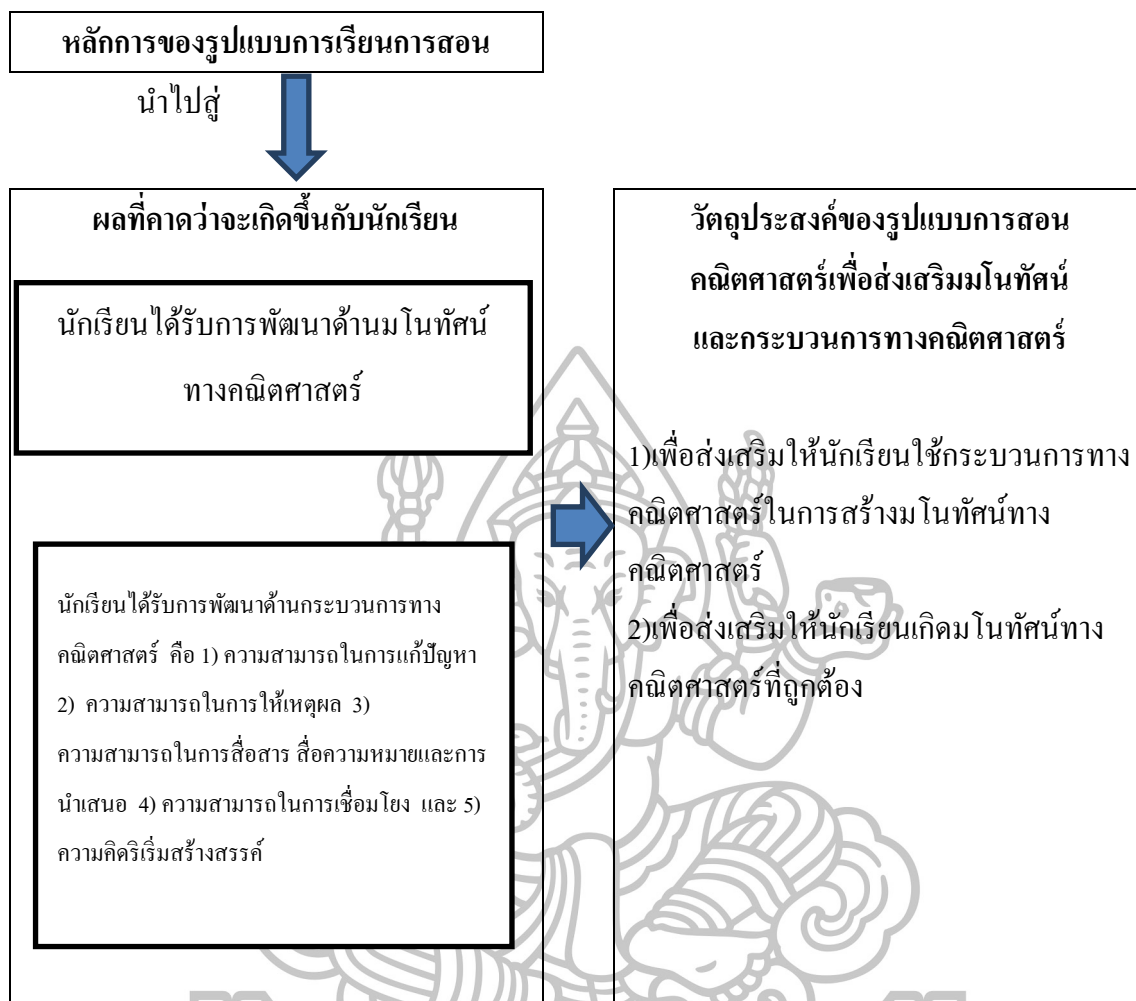
แผนภาพที่ 9 ผลการสังเคราะห์ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์



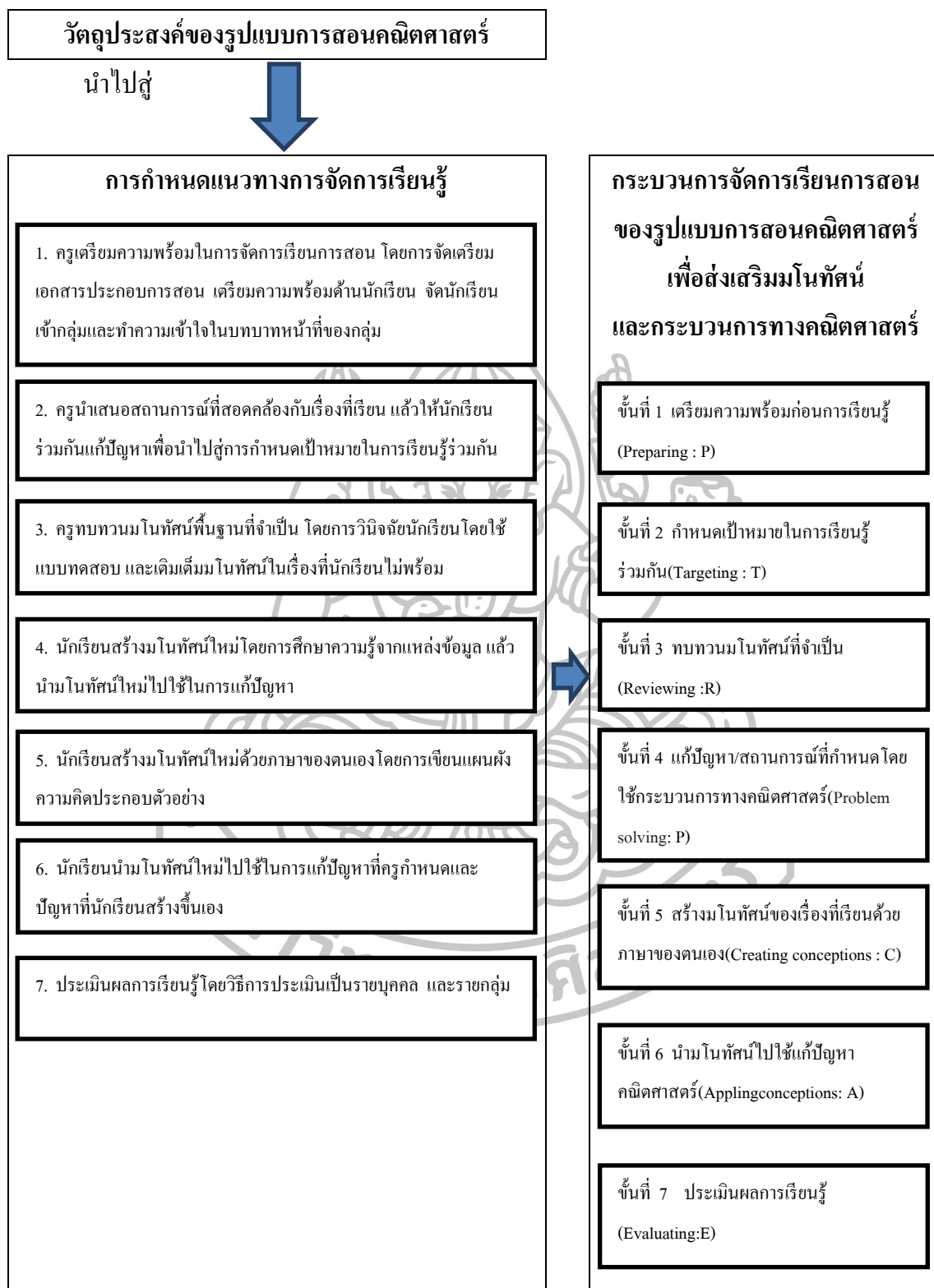
แผนภาพที่ 10 การสังเคราะห์กรอบทฤษฎีและกรอบแนวคิดการวิจัย (ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)



แผนภาพที่ 11 ผลการพัฒนาหลักการของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)



แผนภาพที่ 12 ผลการพัฒนาวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)



แผนภาพที่ 13 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์
และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

จากแผนภาพที่ 13 พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วยกระบวนการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้(Preparing : P)

1. เตรียมเอกสารประกอบการสอน
2. เตรียมความพร้อมด้านตัวนักเรียน
3. จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน โดยการคละเทศ คละความสามารถ
4. อธิบายหลักการในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

ด้วยวิธีการจับฉลาก

ขั้นที่ 2 กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน(Targeting : T)

1. นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ
2. วิเคราะห์ความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนรู้
3. กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน

ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์ที่จำเป็น(Reviewing :R)

1. แจกใบงานทดสอบมโนทัศน์ที่จำเป็นให้นักเรียนแก้ปัญหา
2. วินิจฉัยนักเรียน
3. เติมเต็มมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นที่นักเรียนบกพร่อง

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหา/สถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

(Problem solving: P)

1. สร้างมโนทัศน์ย่อยจากการศึกษาใบความรู้
2. ใช้มโนทัศน์ย่อยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. นำเสนอผลการแก้ปัญหา
4. ร่วมกันเติมเต็มการแก้ปัญหาให้สมบูรณ์

ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 5 สร้างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง(Creating conceptions : C)

1. สร้างผังความคิดมโนทัศน์ด้วยตนเองประกอบด้วย

ขั้นที่ 6 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์(Appling conceptions: A)

1. แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามที่กำหนดให้
2. แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนกำหนดขึ้นเอง

ขั้นที่ 7 ประเมินผลการเรียนรู้(Evaluating:E)

1. ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล
2. สุ่มผลงานของนักเรียนภายในกลุ่มเพื่อเป็นตัวแทนของนักเรียนทั้งกลุ่ม สำหรับผลการพัฒนาการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยวิเคราะห์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ค 6.1 ร่วมกับมาตรฐาน ค 1.1 และ ค 1.2 ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีผลการดำเนินการดังแผนภาพที่ 14

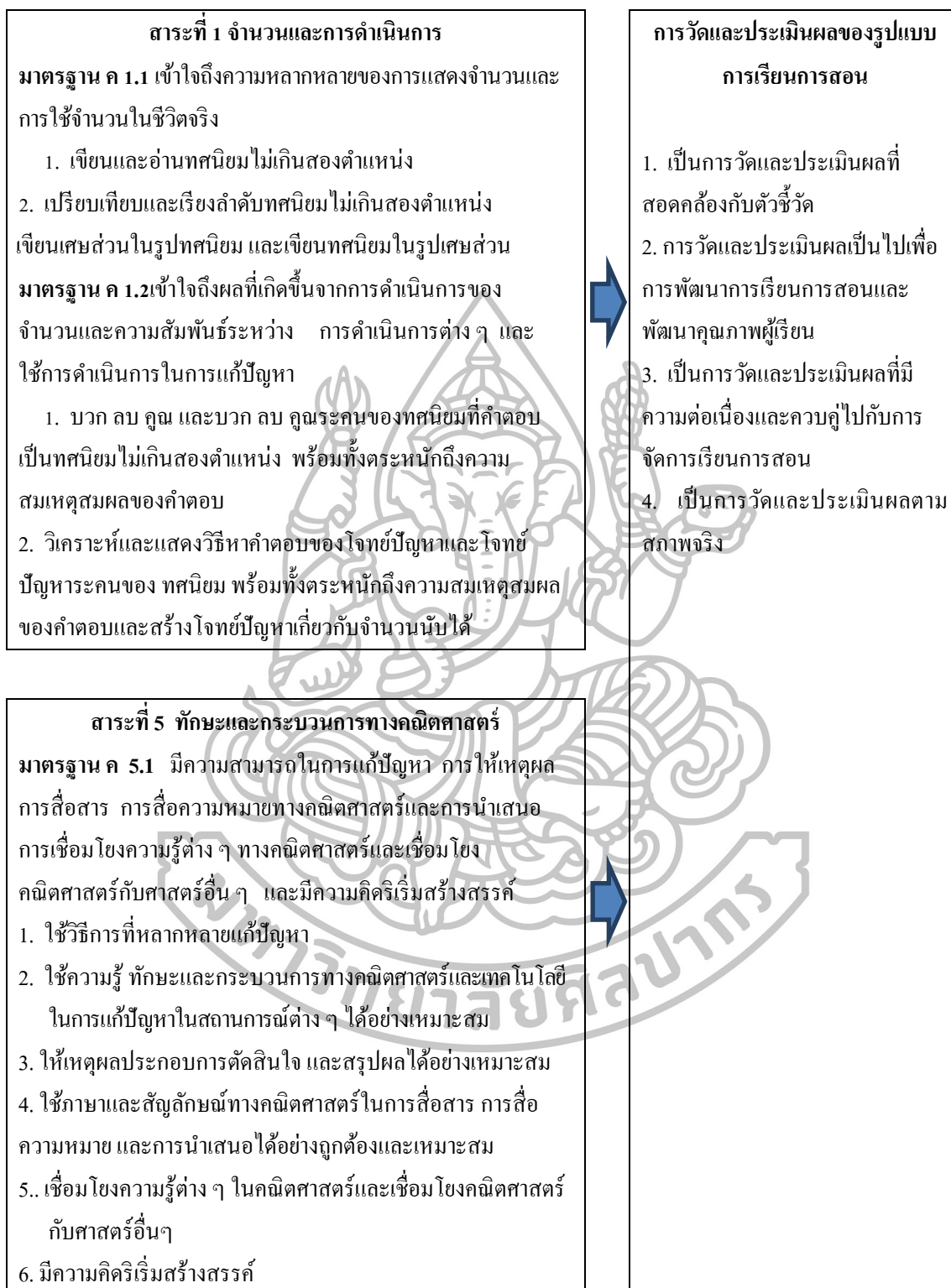
สำหรับปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของการนำรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ไปใช้ให้ประสบความสำเร็จ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า มีปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

ด้านครูผู้สอน คือครูต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ ได้แก่ ต้องมีความรักในการสอน มีจิตวิทยาในการจัดการเรียนการสอน มีความรู้เชิงเนื้อหาในเรื่องที่จัดการเรียนการสอน และมีความสามารถในการบริหารจัดการชั้นเรียนที่มีประสิทธิภาพ

ด้านตัวนักเรียน คือ นักเรียนต้องเห็นความสำคัญของการเรียน มีความพร้อมในการเรียน และให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอน

ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ คือ การจัดห้องเรียนควรเอื้อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีบรรยากาศเชิงบวกในห้องเรียน

จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น นำไปสู่ผลของการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังแผนภาพที่ 15



แผนภาพที่ 14 ผลการพัฒนาการวัดและประเมินผลของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(ก่อนการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

**รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา**

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

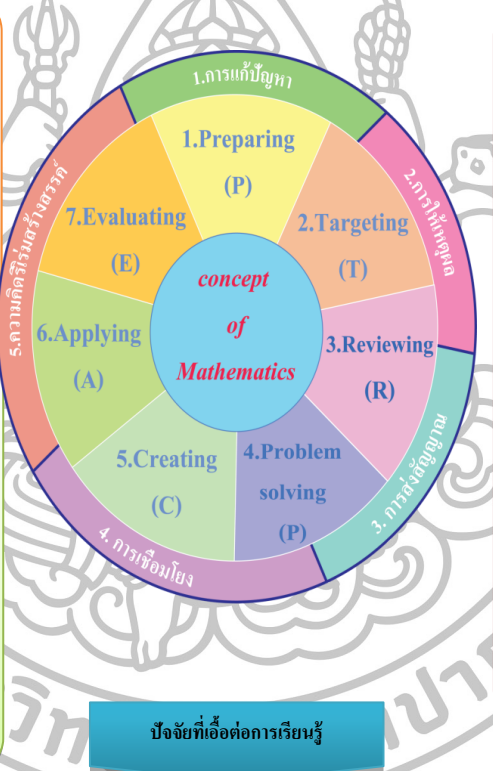
1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถและพัฒนาตนเองได้และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) แล้วใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ช่วยให้นักเรียนปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพที่สมดุลจนนำไปสู่การสร้างโน้ตทัศน์ใหม่ในการเรียนรู้
3. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปส่นโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการกลุ่มย่อย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

การวัดและประเมินผล

1. เป็นการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด
2. การวัดและประเมินผลเป็นไปเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาคุณภาพผู้เรียน
3. เป็นการวัดและประเมินผลที่มีความต่อเนื่องและควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน
4. เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง



กระบวนการจัดการเรียนการสอน

1. เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ (Preparing :P)
2. กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน (Targeting :T)
3. ทบทวนมโนทัศน์ที่จำเป็น (Reviewing)
4. แก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Problem Solving:P)
5. สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง (Creating Conceptions:C)
6. นำมโนทัศน์ไปใช้ในการแก้ปัญหา (Applying Conceptions:A)
7. ประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluating : E)

ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

<p style="text-align: center;">ด้านครูผู้สอน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มีความรักในการสอน 2. มีจิตวิทยาในการสอน 3. มีความรู้ในเรื่องที่สอน 4. มีความสามารถในการบริหารจัดการชั้นเรียน 	<p style="text-align: center;">ด้านนักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ 2. มีความพร้อมในการเรียนรู้ 3. ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้ 	<p style="text-align: center;">ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เอื้อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 2. มีบรรยากาศในชั้นเรียนเชิงบวก
--	--	---

แผนภาพที่ 15 ร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ก่อนการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

2.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมนวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และการแก้ไขปรับปรุงมีผลดังต่อไปนี้

2.2.1 ดำเนินการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม นวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม นวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) จำนวน 12 คน ในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2558 ผลการตรวจสอบพบข้อบกพร่องและผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ดังนี้



ภาพที่ 4 ผู้เข้าร่วมการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

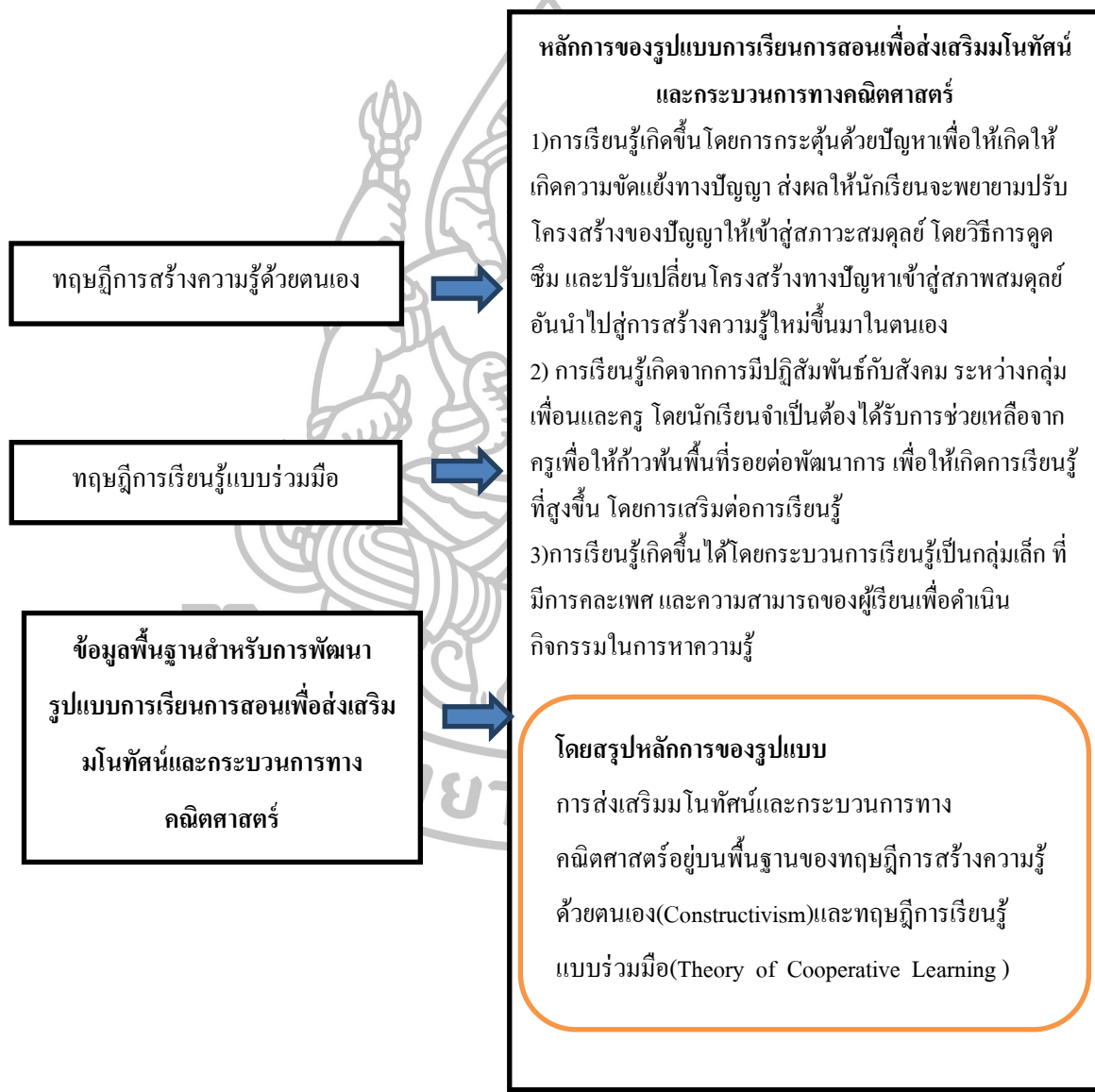
2.2.1.1 หลักการของร่างรูปแบบการเรียนการสอน

ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างควรมีการปรับปรุงโดยการนำคำสำคัญจากทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มาเรียบเรียงในรูปแบบของความเรียงที่มีลักษณะเฉพาะของรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัย ดังสะท้อนได้จากการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“หลักการควรเขียนเป็นความเรียงที่สะท้อนให้เห็นความเป็นลักษณะเฉพาะของ Model ที่เราพัฒนาขึ้น ”

“การเขียนหลักการต้องสะท้อนมาจากทฤษฎีที่นำมาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยให้นำ Key Word ของทฤษฎีนั้นมาเรียบเรียงเป็นหลักการของรูปแบบ ”

ผลการปรับปรุงหลักการของรูปแบบ โดยมี การเขียนหลักการของรูปแบบเป็นความเรียงจำนวน 1 ข้อ โดยมีหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน คือ การส่งเสริม โนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Theory of Cooperative Learning)ดังแสดงที่มีของหลักการ ดังแผนภาพที่ 16



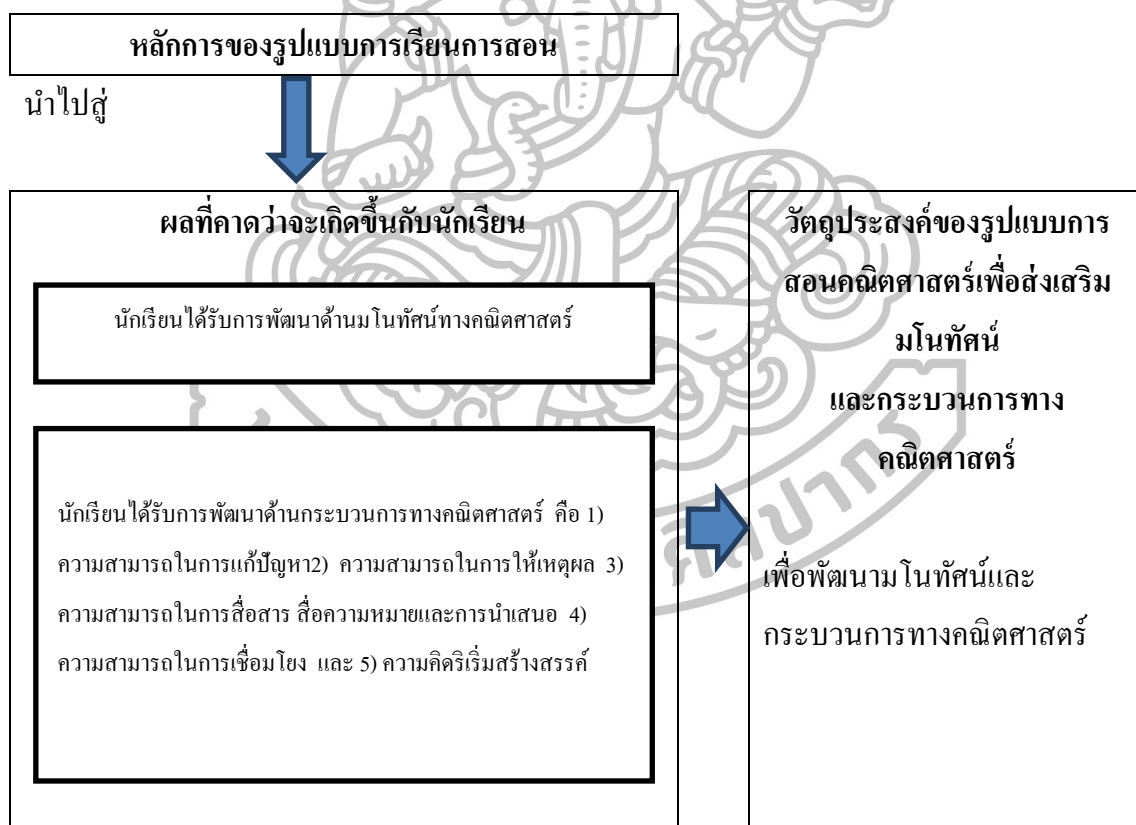
แผนภาพที่ 16 ผลการปรับปรุงหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม โนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

2.2.1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้าง วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ควรมีการเขียนเป็นความเรียงเพียงข้อเดียว ที่สะท้อนถึงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และตัดคำว่าถูกต้องออก ดังสะท้อนได้จากการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ ควรเขียนวัตถุประสงค์เพียงข้อเดียว โดยการนำวัตถุประสงค์เดิมมาหลอมรวมกัน และตัดคำว่า ถูกต้อง ออก ”

ผลการปรับปรุงวัตถุประสงค์ของรูปแบบโดยการเขียนเป็นความเรียงที่สะท้อนถึงมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงที่มีของวัตถุประสงค์ของรูปแบบ ดังแผนภาพที่ 17



แผนภาพที่ 17 ผลการปรับปรุงวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

2.2.1.3 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน

1. ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้าง กระบวนการเรียนการสอน ควรมีการพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

1.1 การเขียนอธิบายลักษณะของการจัดการเรียนการสอนแต่ละชั้นควรเขียนเป็นความเรียงกว้างๆ ที่อ่านแล้วสะท้อนให้รู้ว่าในขั้นตอนนั้นๆ จัดไปตามหลักการ แนวคิด ทฤษฎีใด โดยการนำคำสำคัญ(Key word) ของหลักการ แนวคิด ทฤษฎีมาเรียบเรียง

1.2 เนื่องจากเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ต้องการพัฒนาทั้งด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นในกระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องมีการแสดงให้เห็นว่าตอนไหนเป็นการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตอนไหนเป็นการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และในส่วนของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต้องมีการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นๆ ด้วย และในความเป็นจริงในแต่ละแผนไม่สามารถพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ครบทุกเรื่อง ดังนั้นในการเขียนแผนการสอนต้องระบุด้วยว่าในแผนนั้นๆ ต้องการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไร

1.3 การวัดและประเมินผลแต่ละแผนการสอน ต้องมีการวัดและประเมินผลทั้งด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยต้องมีการระบุเครื่องมือที่ใช้วัดและเกณฑ์ในการวัดและประเมินผล

1.4 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนบางขั้นตอนไม่น่าจะอยู่ในกระบวนการเรียนการสอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ แต่ขั้นที่ 1 ควรเป็นการสร้างแรงจูงใจและสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มและการทบทวนความรู้เดิมที่ต้องมีมาก่อนการเรียนรู้เรื่องใหม่ ส่วนขั้นที่ 4 กับขั้นที่ 6 ควรรวมเข้าเป็นขั้นเดียวกัน

1.5 ลักษณะของการเขียน Model ควรมีการเลือกใช้สีให้เหมาะสมมากขึ้น ตัวหนังสือควรพิมพ์ให้ไปในทิศทางเดียวกัน

ดังสะท้อนได้จากการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ขั้นตอนที่ 1 ไม่น่าจะอยู่ใน Model เนื่องจากการเตรียมการด้านเอกสาร การเตรียมความพร้อมของตัวนักเรียนไม่ใช่กระบวนการสอน ขอเสนอว่าในขั้นตอนที่ 1 ควรเป็นการสร้างแรงจูงใจและบรรยากาศในการเรียน การจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม และการทบทวนความรู้เดิม น่าจะเหมาะสมกว่า”

“ในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเนื่องจากมีการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย แน่ใจหรือไม่ว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการ

คณิตศาสตร์แต่ละเรื่องแล้วหรือยัง ดังนั้นจึงเสนอว่า ควรมีการสอนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย ”

“ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งเป็นไปไม่ได้ว่าจะสามารถพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ครบทุกตัว ดังนั้นเพื่อให้มีความเป็นไปได้อย่างมากขึ้น ขอให้ผู้วิจัยระบุด้วยว่าในแต่ละแผนการสอนต้องการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรด้วย ”

“การวัดและประเมินผลในแต่ละแผนการสอน ต้องมีการวัดและประเมินผลด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มด้วย โดยต้องมีการระบุเครื่องมือวัดและเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนด้วย ”

2. ผลการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ได้ปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5 P Model) เป็น 5 ขั้นตอนประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้(Preparation : P)

ผู้สอนสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเชิงบวก ให้นักเรียนรวมกลุ่มเพื่อการเรียนรู้และอธิบายบทบาทของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเตรียมลักษณะทางกายภาพของห้องเรียน โดยการปรับปรุงโครงสร้างเกี่ยวกับการนั่งของนักเรียน ให้นักเรียนเข้ากลุ่มและนั่งด้วยกันกลุ่มละ 4 คน มีพื้นที่ว่างพอสำหรับการให้นักเรียนเคลื่อนย้ายในระหว่างทำกิจกรรมได้

2. การได้มาของสมาชิกในกลุ่ม เกิดจากการรวมกลุ่มของนักเรียนที่ได้มาโดยการสุ่ม ด้วยวิธีการใช้บัตรเพื่อรวมกลุ่มนักเรียน ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องจำแนกนักเรียนในห้องออกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มจับบัตรเพื่อเข้ากลุ่ม และการทำงานโดยกลุ่ม 4 คนนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงกลุ่มทุกหน่วยการเรียนรู้

3. บทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มมีดังนี้

3.1 นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบในงานและพฤติกรรมของตนเอง

3.2 นักเรียนควรยินดีให้ความช่วยเหลือสมาชิกภายในกลุ่มเมื่อได้รับการร้องขอ

3.3 นักเรียนอาจขอความช่วยเหลือจากครูได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มพบปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขกันเองได้

บทบาท 3 ประการนี้มีขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้มีการอธิบายและช่วยเหลือกันภายในกลุ่มในช่วงแรกของการลงมือทำงานกลุ่ม แล้วครูค่อยมีการให้ความรู้เพิ่มเติมในช่วงเวลาต่อมา

ขั้นที่ 2 การมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน:

(Participation :P)

ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยใช้ปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์หรือในโลกแห่งความเป็นจริง เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากหาคำตอบที่ถูกต้อง แล้วนำนักเรียนไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกันภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างครูกับนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำกับนักเรียนทั้งชั้น โดยมุ่งเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งชั้น เพื่อให้แน่ใจว่า นักเรียนสามารถกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ครบถ้วนตามตัวชี้วัดที่วางแผนไว้

2. สถานการณ์ หรือ ปัญหา ที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ควรเป็นปัญหาที่เป็นตัวแทนของเรื่องที่ต้องเรียนในครั้งนั้นๆ นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆมาก่อน และสถานการณ์หรือปัญหาที่นำเสนอมีความใกล้เคียงกับชีวิตจริง

3. วิธีการนำเสนอปัญหาเพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกันครู

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น(Process : P)

ครูวินิจฉัยมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ด้วยวิธีการที่หลากหลาย จากนั้นดำเนินการแก้ไข/ทบทวนมโนทัศน์พื้นฐานที่คลาดเคลื่อนและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆแก่นักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยครูผู้สอนอาจใช้แนวทางที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. การทบทวนมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็น ครูผู้สอนจำเป็นต้องวางแผนและระบุให้ได้ว่าในการสอนมโนทัศน์เรื่องใดๆ นักเรียนจำเป็นต้องมีมโนทัศน์พื้นฐานเรื่องใด ซึ่งครูผู้สอนอาจสรุปมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นให้อยู่ในรูปแบบผังความคิด สำหรับเป็นเอกสารประกอบการสอน

2. การวินิจฉัยมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ของนักเรียน ครูผู้สอนสามารถดำเนินการโดยผ่านการทำกิจกรรมทั้งรายบุคคล คู่ หรือภาพรวมทั้งห้องก็ได้ตามความเหมาะสม โดยครูผู้สอนอาจใช้วิธีการต่อไปนี้ในการจัดกิจกรรมเพื่อวินิจฉัยนักเรียน

3. การแก้ไข/ทบทวนมโนทัศน์พื้นฐานที่คลาดเคลื่อน เป็นขั้นตอนหลังจากที่วินิจฉัยนักเรียนแล้วรู้ว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์เรื่องใด ครูผู้สอนดำเนินการอธิบายหลักการของมโนทัศน์และยกตัวอย่างประกอบหลักการณ์

4. การทบทวนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในครั้งนั้น โดยการให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์และยกตัวอย่างประกอบเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้น

ขั้นที่ 4 สร้างและนำเสนอ มโนทัศน์ใหม่และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Presentation: P)

ครูกระตุ้นให้นักเรียน เรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ที่ต้องเนื่องจากมโนทัศน์เดิม จากปัญหา/สถานการณ์ที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 2 โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ภายใต้กระบวนการกลุ่มย่อย ควบคู่กับการเรียนรู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลาย จนนำไปสู่การสรุปมโนทัศน์ใหม่โดยมีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ ครูผู้สอนอาจดำเนินการตามแนวทางต่อไปนี้

1.1 วางแผนการสืบเสาะหาความรู้

1.2 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากแหล่งความรู้ที่จัดเตรียมไว้และจัดบันทึกความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า พร้อมยกตัวอย่างประกอบความรู้ขึ้น

1.3 อธิบายและลงข้อสรุป

1.4 นำเสนอมโนทัศน์ใหม่ โดยการให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มได้สรุปมโนทัศน์ใหม่ด้วยตนเอง และนำเสนอด้วยวิธีการที่หลากหลาย

2. การเรียนรู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้เรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนการสอนครั้งนั้นๆ ที่ครูทบทวนในขั้นที่ 3 มาใช้ในเรียนรู้ในขั้นที่ 4

ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหา(Problem to apply: P)

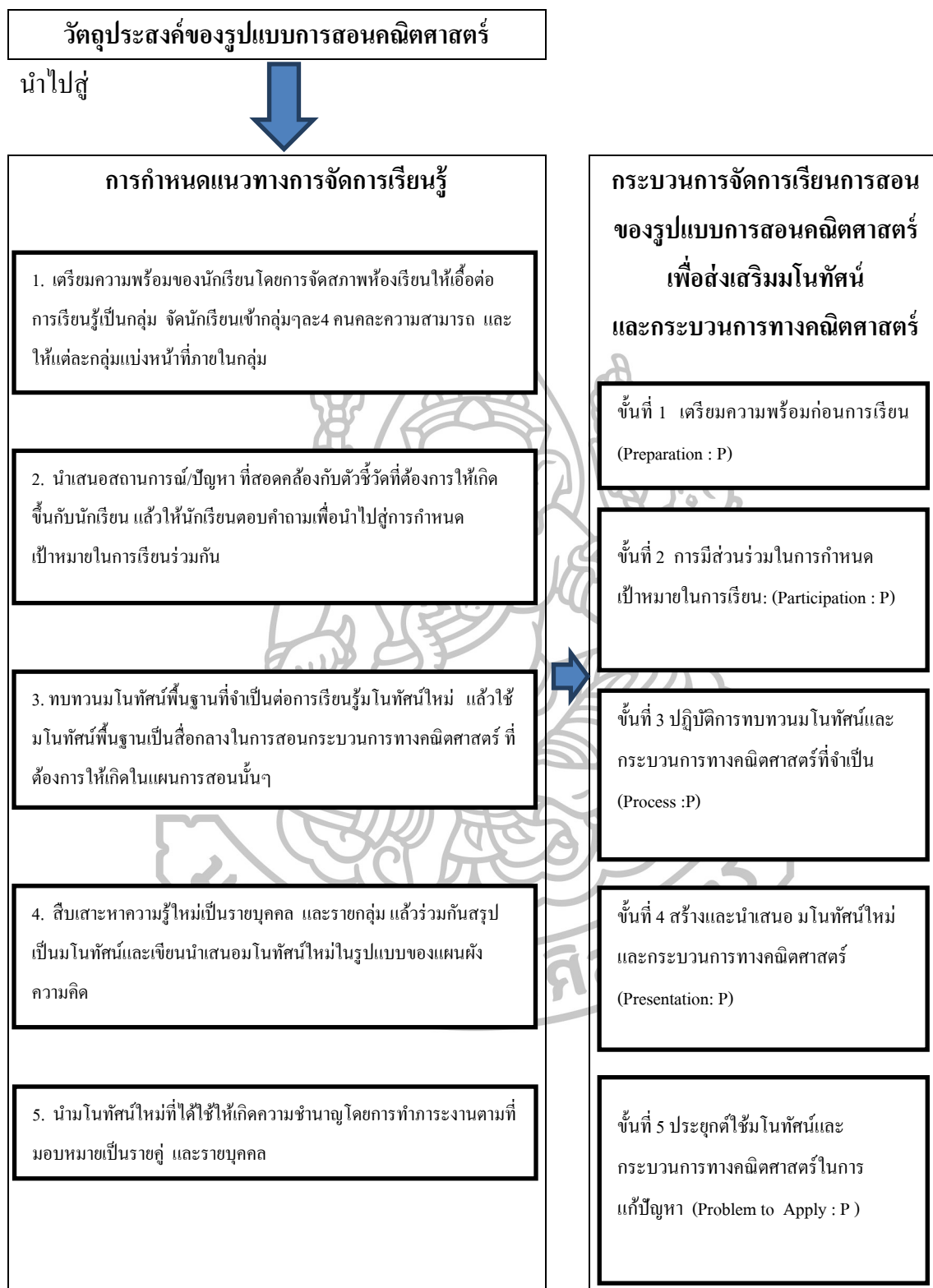
ครูกำหนดปัญหา/สถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ ที่มีความท้าทาย ความสามารถของนักเรียน ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ใหม่ที่ได้จากการเรียน ร่วมกันลงมือแก้ปัญหา เป็นกลุ่ม โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และประเมินผลการเรียนรู้ด้านกระบวนการกลุ่ม ความรู้ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ซึ่งครูผู้สอน อาจดำเนินการจัดการเรียนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 2

1. นำมโนทัศน์ใหม่ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่นำเสนอใน
2. กำหนดสถานการณ์/ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และครอบคลุมกับมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาให้นักเรียนฝึกทักษะเป็นรายกลุ่ม
3. ประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มด้วยการให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันสรุปกระบวนการทำงานกลุ่มของตนเองแล้วประเมินผลการทำงานกลุ่มด้วยตนเอง
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการประเมินการทำงานกลุ่มของตนเอง และร่วมกันสรุปถึงแนวทางการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ
5. ประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามเป้าหมาย

ของแผนการเรียนการสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล
 ดังแสดงที่มาของการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนของ
 รูปแบบ ดังแผนภาพที่ 18





แผนภาพที่ 18 ผลการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์
และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

2.2.1.4 การวัดและการประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

1. ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างการวัดและการประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ควรนำคำสำคัญ (Key word) ด้านการวัดผลจากทฤษฎีที่ใช้มาเรียบเรียงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนที่วิจัย โดยต้องวัดและประเมินผลทั้งด้าน มโนทัศน์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งต้องระบุให้ชัดเจนว่า วัดเรื่องอะไร ใช้เครื่องมืออะไร และมีเกณฑ์ในการวัดอย่างไร ดังสะท้อนได้จากการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

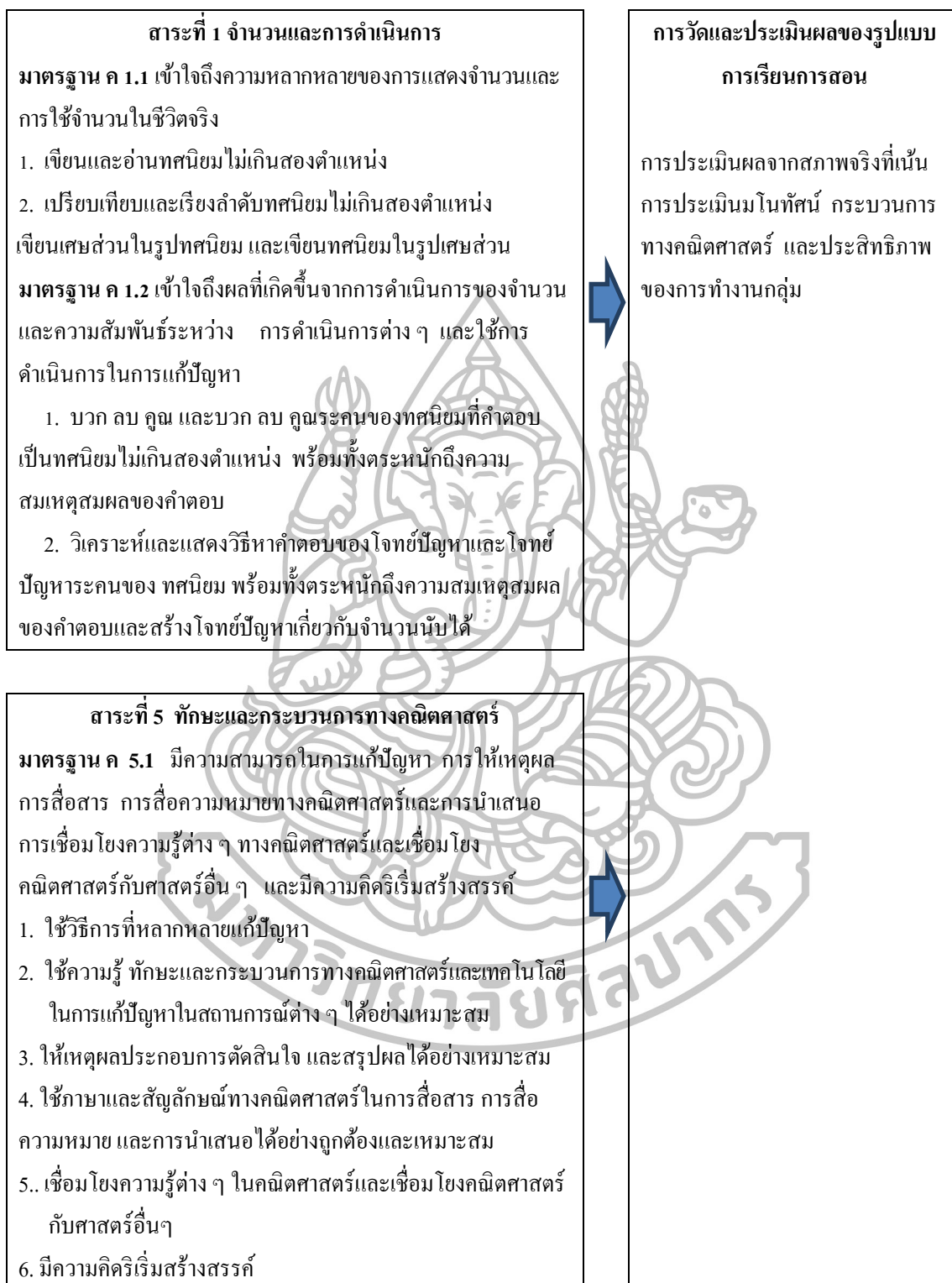
“ ควรเป็นการวัดและประเมินผลที่มีลักษณะเฉพาะตาม Model ของเรา ”

“ ควรมีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มด้วย เพราะว่ามีการใช้ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ ”

“ ในการประเมินผลต้องมีการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์พร้อมกันหรือแยกกันประเมิน ”

2. ผลการปรับปรุงการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอนให้มีความกระชับและครอบคลุมมากขึ้น เป็น การประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินมโนทัศน์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และประสิทธิภาพของการทำงานกลุ่มดังแสดงที่มีของการวัดและการประเมินผลของรูปแบบ ดังแผนภาพที่ 19





แผนภาพที่ 19 ผลการปรับปรุงการวัดและประเมินผลของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

2.2.1.5 ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอน

1. ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอน ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ควรปรับปรุงโดยการพิจารณาเอาเฉพาะที่เป็นหัวใจหลักของรูปแบบการสอนที่นำมาวิจัย ซึ่งที่สัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญลงมตร่วมกันว่าปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนนี้มี 2 ด้านคือ

1.1 ด้านครูผู้สอน ได้แก่ ต้องมีความรู้ที่ชัดเจนในเรื่องที่สอน เพื่อจะได้เสริมต่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ ต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกเรื่องเพื่อนำนักเรียนให้เกิดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นๆ ต้องมีความรู้เรื่องการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน ต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าในการสอนมโนทัศน์เรื่องนั้นๆนักเรียนต้องมีมโนทัศน์ที่มีการก่อนเรื่องอะไรบ้างเพื่อครูจะได้ช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ และครูต้องมีการใช้คำถามที่ทรงพลัง (power question) กระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมและพัฒนาการคิด

1.2 ด้านนักเรียน ต้องมีความเชื่อมั่นในตนเอง รู้สึกปลอดภัยในการเรียนรู้และมีความสุขในการเรียนรู้

ดังสะท้อนได้จากการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้
“ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่นำเสนอมีมากเกินไป ควรพิจารณาเอาเฉพาะสิ่งที่เป็นหัวใจของรูปแบบการสอนของเราเท่านั้น ”

“ปัจจัยที่สำคัญคือด้านตัวครู ที่ต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกตัว และวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ”

2. ผลการปรับปรุงปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้เป็น 2 ปัจจัย คือ ด้านครู ได้แก่ 1)มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2) มีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ให้กับผู้เรียน ด้านผู้เรียน ได้แก่ 1)มีความเชื่อมั่นในตนเอง 2)มีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม 3)มีมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นอย่างถูกต้อง และ 4)มีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผลจากการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนนำไปสู่รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5 P Model) ดังแผนภาพที่ 20

รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (5P Model)

สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. หลักการ

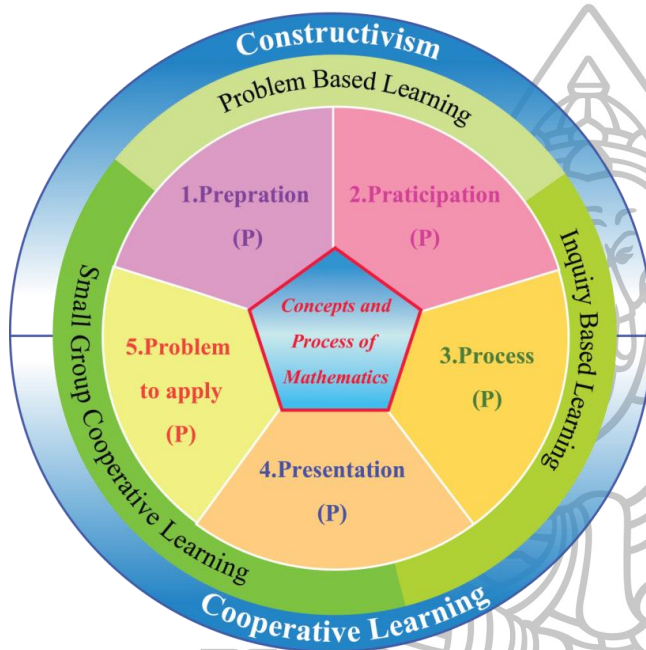
การส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Co-operative Learning)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. กระบวนการจัดการเรียนการสอน

1. เตรียมความพร้อมก่อนการเรียน (Preparation : P)
2. การมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน (Participation : P)
3. ปฏิบัติการทบทวนโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Process :P)
4. สร้างและนำเสนอ มโนทัศน์ใหม่และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Presentation : P)
5. ประยุกต์ใช้ มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Problem to apply : P)



4. การประเมินผล

การประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินมโนทัศน์ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

5. ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ด้านครู

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. มีความสามารถในการช่วยเหลือการเรียนรู้ (Scaffolding) ให้กับผู้เรียน

ด้านผู้เรียน

1. มีความเชื่อมั่นในตนเอง
2. มีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม
3. มีมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นอย่างถูกต้อง
4. มีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แผนภาพที่ 20 ร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) หลังการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship)

2.2.1.6 คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับศึกษามีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) ภาพรวมของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ควรมีเฉพาะเนื้อหาที่จำเป็น กระชับ อ่านแล้วเข้าใจสามารถนำไปใช้ได้เลย 2) รูปแบบการสอน แต่ละชั้นควรแสดงให้เห็นว่ามาจากหลักการหรือทฤษฎีการเรียนรู้อะไร และในแต่ละขั้นตอนบทบาทของครูและนักเรียนคืออะไร 3) ในคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีความรู้เรื่องมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และต้องทำให้ผู้ใช้คู่มือรู้ว่รูปแบบการเรียนการสอนนี้มุ่งพัฒนา นักเรียนทั้งด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4) เนื่องจากบางขั้นตอนมีการจัดการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม 4 คน ดังนั้นต้องมีการอธิบายให้ผู้ใช้คู่มือได้เข้าใจเกี่ยวกับการเข้ากลุ่มแบบนี้ด้วยและในแต่ละแผนถ้ามีการเรียนรู้แบบร่วมมือควรระบุด้วยว่าใช้เทคนิคการสอนแบบร่วมมือชนิดใด ดังสะท้อนได้จาก การแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“คู่มือต้องนำเสนอเฉพาะข้อมูลที่จำเป็น กระชับ อ่านเข้าใจง่าย สามารถเข้าใจและนำไปใช้ได้ทันที ”

“ในคู่มือต้องทำให้ผู้ใช้รู้และเข้าใจเรื่องมโนทัศน์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และทำให้ผู้ใช้เข้าใจให้ได้ว่า รูปแบบการสอนนี้มุ่งพัฒนาทั้งด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ”

“ควรมีการวิเคราะห์บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนด้วยว่าทำอะไร”

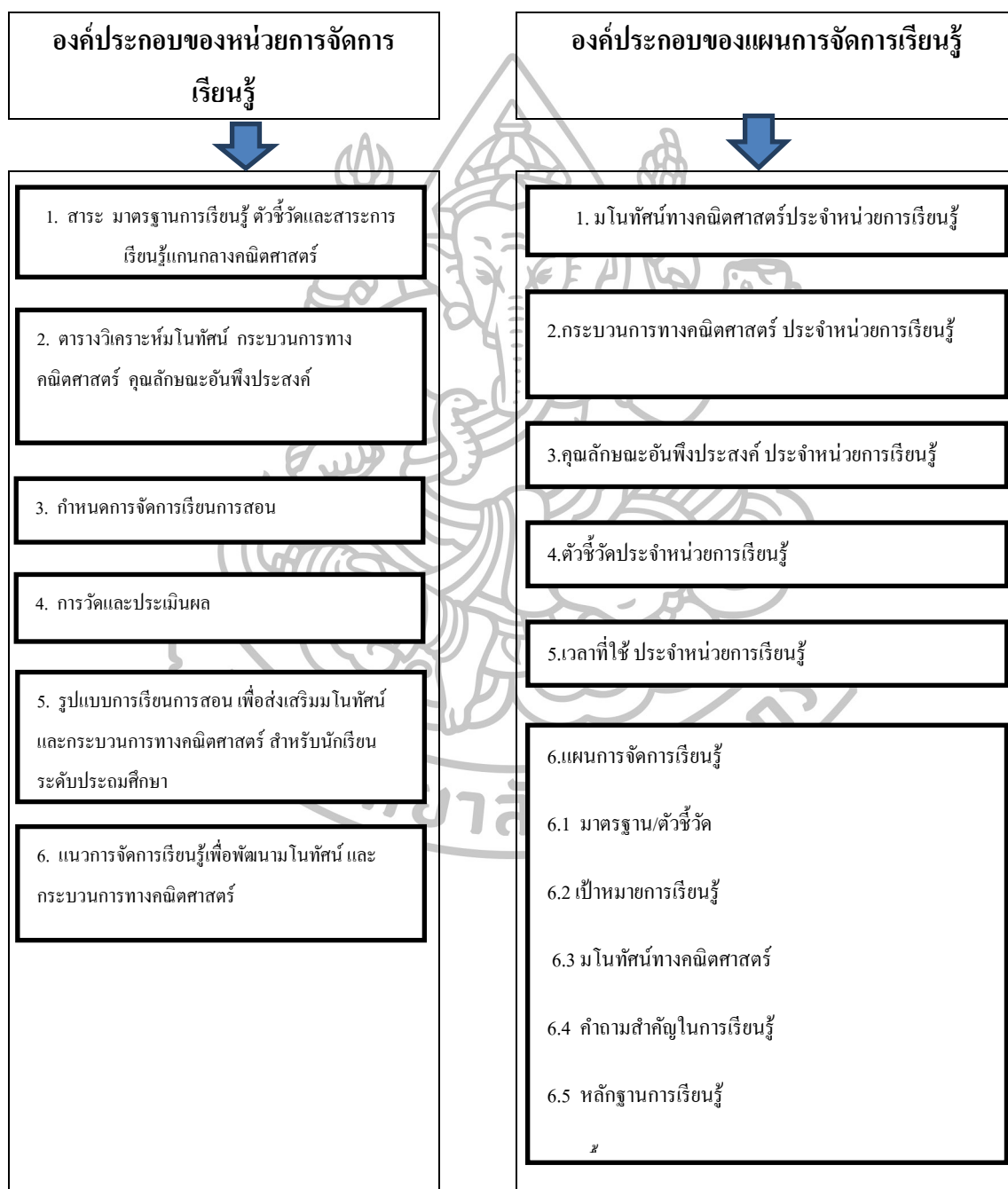
“การสอนแบบกลุ่ม 4 คน มีลักษณะอย่างไร มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไร ต้องมีการอธิบายให้ผู้ใช้คู่มือได้เข้าใจ ”

2. ผลการปรับปรุงคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาดังแสดงในแผนภาพที่



แผนภาพที่ 21 ผลการปรับปรุงคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา(หลังการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

2.2.2 ผลการพัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริม
มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้แก่ หน่วยการ
จัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบของหน่วยการจัดการเรียนรู้ และ
แผนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในแผนภาพที่ 22



แผนภาพที่ 22 องค์ประกอบของหน่วยการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการจัดการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ แบบทดสอบมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็น โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนการสอน พบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.55 ถึง $\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45 ซึ่งแสดงแผนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.55 ถึง $\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45 ซึ่งแสดงว่า แบบทดสอบ มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการประเมินความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ และคุณภาพด้านความเชื่อมั่น โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach โดยแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.54-0.71 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.34 - 0.74 และมีค่าด้านความเชื่อมั่น 0.87 ตามลำดับ และแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.46 - 0.79 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.43 - 0.79 และมีค่าด้านความเชื่อมั่น 0.94 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่า แบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับมีคุณภาพทั้งด้านความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และความเชื่อมั่น (Reliability) สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ ส่วนผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน พบว่า ในแต่ละประเด็นความคิดเห็น มีค่าความสอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ $\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45 ถึง $\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00 ซึ่งแสดงว่า แบบสอบถามความคิดเห็น มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้

2.3 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ก่อนนำไปทดลองใช้จริง โดยนำหน่วยการเรียนรู้จำนวน 2 หน่วย และแผนการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษานำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนนิคมสร้างตนเองกระเสียว 1 จำนวน 31 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีคุณลักษณะไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นระยะเวลา 35 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง และรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยดำเนินการหาประสิทธิภาพของรูปแบบ แบบภาคสนาม (Field Tryout) โดยค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ของหน่วยที่ 1 เรื่องทศนิยม เท่ากับ 81.34/ 80.78 หน่วยที่ 2 เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม เท่ากับ 81.01/ 80.24 และโดยภาพรวมค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา เท่ากับ 80.79 / 80.51



ภาพที่ 5 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนภาคสนาม (Field Tryout)

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา การเก็บข้อมูลจากกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จนนำไปสู่การ

พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการคิดศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้วยวิธีการการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Connoisseurship)และผ่านการหาประสิทธิภาพจากการทดลองใช้ภาคสนาม (Field Tryout)และหลังจากการทดลองภาคสนาม ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไขสรุปได้ ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนหลังจากการทดลองภาคสนาม

หัวข้อการแก้ไข ที่เกิดจากการทดลองภาคสนาม	แนวทางการแก้ไข
ชื่อ 5 P Model	ชื่อ 5 P Model
กระบวนการจัดการเรียนการสอน(5 P) ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมก่อนการ เรียน (Preparation : P) ขั้นที่ 2 การมีส่วนร่วมในการกำหนด เป้าหมายในการเรียน: (Participation : P) ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการทบทวนมโนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ จำเป็น (Process :P) ขั้นที่ 4 สร้างและนำเสนอ มโนทัศน์ ใหม่และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Presentation: P) ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้มโนทัศน์และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา (Problem to apply : P)	กระบวนการจัดการเรียนการสอน(5 P) ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P) ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)
ปรับจำนวนชั่วโมงในการสอนตาม 5 P Model	เวลาที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน(5 P)ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ได้แก่ ชั่วโมงที่ 1 ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) ชั่วโมงที่ 2 ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P) ชั่วโมงที่ 3 ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) ชั่วโมงที่ 4 ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)

หลังจากทดลองใช้ภาคสนาม (Field Tryout) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการคิดศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้มีการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

หลักการ

การส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning)

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนานโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

กระบวนการจัดการเรียนการสอน(5 P)

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเชิงบวก จัดนักเรียนเป็นกลุ่มๆละ 4 คน ที่ละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสามารถเก่ง:ปานกลาง:อ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 และอธิบายบทบาทของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย

ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยนำเสนอปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์หรือในโลกแห่งความเป็นจริง ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากหาคำตอบที่ถูกต้อง แล้วนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกันภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างครูกับนักเรียน

ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing : P)ครูวินิจฉัยมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ด้วยวิธีการทดสอบ/ซักถาม/อภิปราย จากนั้นดำเนินการแก้ไข/ทบทวนมโนทัศน์พื้นฐานและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้แก่นักเรียน

ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P)ครูกระตุ้นให้นักเรียน เรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ที่ต่อเนื่องจากมโนทัศน์เดิม โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ภายใต้กระบวนการกลุ่มย่อย จนนำไปสู่การสรุป/นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P) ครูกำหนดปัญหา/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ ให้นักเรียน ร่วมกันลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และรายบุคคล ครอบคลุม กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดไว้ในแผนการเรียนการสอน

การประเมินผล

ประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินมโนทัศน์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และประสิทธิภาพของการทำงานกลุ่ม

ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ด้านครู

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. มีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ให้นักเรียน

ด้านผู้เรียน

1. มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

2. มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

โดยร่างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ได้ก่อนนำไปใช้จริง มีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังแสดงในแผนภาพที่ 23



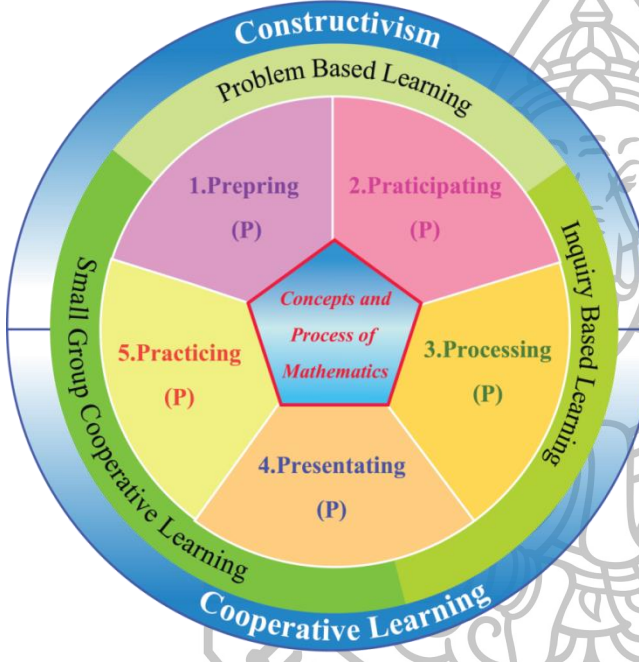
**รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (5P Model)
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา**

1. หลักการ

การส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Co-operative Learning)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนามโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์



- 3. กระบวนการจัดการเรียนการสอน**
1. เตรียมความพร้อม (Preparing: P)
 2. มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน (Participating: P)
 3. ทบทวนโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing: P)
 4. นำเสนอ มโน้ตส์ใหม่ (Presenting: P)
 5. ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing: P)

4. การประเมินผล

การประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินมโน้ตส์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5. ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ด้านครู	ด้านผู้เรียน
<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2. มีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ให้กับผู้เรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม 2. มีมโน้ตส์ที่ถูกต้องและมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แผนภาพที่ 23 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ปรับแก้หลังการทดลองภาคสนาม(Field Tryout)

2.4 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2.4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

ในการนำรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านหนองยาว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้เกิดขึ้นพร้อมๆกัน โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการ 5 ขั้น โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ 2 หน่วย ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทศนิยม มีแผนการจัดการเรียนการสอน 4 แผน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม มีแผนการจัดการเรียนการสอน 4 แผน รวมระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 35 ชั่วโมง ซึ่งในแต่ละแผนมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อพัฒนานโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีบทบาทเป็นครูผู้สอน มีผลการพัฒนานโน้ตส์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการเข้าร่วมปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละขั้นของกระบวนการจัดการเรียนการสอน ดังตารางที่ 22



ตารางที่ 22 ผลการส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการจัดการเรียนการสอน
ของรูปแบบ

กระบวนการจัดการเรียนการสอน	บทบาทครู / บทบาทนักเรียน	ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยภาพรวม	
		มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	กระบวนการทางคณิตศาสตร์
<p>ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเชิงบวก จัดนักเรียนเป็นกลุ่มๆละ 4 คนที่คละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสามารถเก่ง:ปานกลาง:อ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 และอธิบายบทบาทของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม</p>	<p>ครู:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สร้างบรรยากาศในการการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลาย 2. สร้างความตระหนักให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำงานเป็นกลุ่ม 3. ให้ความรู้เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม 4. ให้ความรู้เกี่ยวกับแนวทางในการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพและเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของการทำงานกลุ่ม <p>นักเรียน:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เข้ากลุ่ม ตามเงื่อนไขของแต่ละแผนการสอน 2. แบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม 	-	-
<p>ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยนำเสนอปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์หรือในโลกลงความเป็นจริง ที่สอดคล้องกับมนทัศน์ใหม่ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากหาคำตอบที่ถูกต้อง แล้วนำไปสู่การกำหนดเป้าหมาย</p>	<p>ครู:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นำเสนอสถานการณ์ / ปัญหา ที่สอดคล้องกับเป้าหมายในการเรียนรู้แต่ละแผน 2. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย เพื่อนำไปสู่ข้อค้นพบเป้าหมายในการเรียนรู้ 3. ช่วยนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับเป้าหมายในการเรียนรู้ที่ถูกต้องของแต่ละแผน 		

ตารางที่ 22 ผลการส่งเสริมมนต์สันและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการร่วมปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการจัดการเรียนการสอน
ของรูปแบบ(ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนการสอน	บทบาทครู / บทบาทนักเรียน	ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยภาพรวม	
		มนต์สันทางคณิตศาสตร์	กระบวนการทางคณิตศาสตร์
ในการเรียนรู้ร่วมกันภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างครูกับนักเรียน	นักเรียน: 1.ระดมสมองกันภายในกลุ่มเพื่อตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2. หาข้อสรุปเกี่ยวกับเป้าหมายในการเรียนรู้ 3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันทั้งชั้นเกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนรู้ 4. ลงข้อสรุปถึงเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน	1. รู้ชื่อมนต์สันที่ ต้องเกิดขึ้นใน แผนการสอนนั้นๆ	-
ขั้นที่ 3 ทบทวนมนต์สันและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P) ครูวินิจฉัยมนต์สันพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มนต์สันใหม่ด้วยวิธีการทดสอบ/ซักถาม/อภิปรายจากนั้นดำเนินการแก้ไข/ทบทวนมนต์สันพื้นฐานและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้แก่นักเรียน	ครู: 1. วิเคราะห์มนต์สันพื้นฐานที่จำเป็นของแต่ละเรื่อง 2. วินิจฉัยนักเรียนว่ามีมนต์สันพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มนต์สันใหม่มากน้อยเพียงใด 3. ทบทวน/เติมเต็มมนต์สันพื้นฐานที่จำเป็นให้กับนักเรียน 4. ให้ความรู้ควบคู่ไปกับการให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ เรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละแผน นักเรียน: 1. ร่วมปฏิบัติกิจกรรมวินิจฉัยมนต์สันพื้นฐานที่จำเป็น 2. ฝึกปฏิบัติกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการกลุ่ม	1. มนต์สันพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มนต์สันใหม่	กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1.การแก้ปัญหา 2. การให้เหตุผล 3. การสื่อสาร สื่อความหมาย และ การนำเสนอ 4. การเชื่อมโยง 5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตารางที่ 22 ผลการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการร่วมปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการจัดการเรียนการสอน
ของรูปแบบ(ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนการสอน	บทบาทครู / บทบาทนักเรียน	ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยภาพรวม	
		มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	กระบวนการทางคณิตศาสตร์
<p>ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P)</p> <p>ครูกระตุ้นให้นักเรียน เรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ต่อเนื่องจากมโนทัศน์เดิม โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ภายใต้กระบวนการกลุ่มย่อย จนนำไปสู่การสรุป/นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้</p>	<p>ครู:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ใหม่ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้แต่ละแผน 2. จัดเตรียมใบบันทึกความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ 3. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนสำหรับการเขียนสรุปมโนทัศน์ใหม่ในรูปแบบของแผนผังความคิด 4. ชี้แจงขั้นตอนการสืบเสาะความรู้ และให้คำปรึกษา/ช่วยเหลือนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมสืบเสาะความรู้ <p>นักเรียน:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ลงมือปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนด 2. ใช้กระบวนการกลุ่ม/เดี่ยวในการสืบเสาะหาความรู้ 3. สรุปมโนทัศน์ที่ได้ในรูปแบบของการเขียนแผนผังความคิดทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล 	<p>มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละแผน</p>	<p>1. การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ</p>

ตารางที่ 22 ผลการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการร่วมปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการจัดการเรียนการสอน
ของรูปแบบ(ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนการสอน	บทบาทครู / บทบาทนักเรียน	ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยภาพรวม	
<p>ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P) ครูกำหนดปัญหา/สถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ ให้นักเรียน ร่วมกันลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และรายบุคคล ครอบคลุมกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดไว้ในแผนการเรียนการสอน</p>	<p>ครู: 1. จัดเตรียมสถานการณ์ / ปัญหา / ใบงาน ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามแผนแต่ละแผน 2. ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 3. กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล 4. เป็นที่ปรึกษาให้กำลังใจ ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม 5. ร่วมกับนักเรียนในการสรุปมโนทัศน์ที่ได้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแต่ละแผน</p> <p>นักเรียน: 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามสถานการณ์ / ปัญหา / ใบงาน ที่ครูจัดเตรียมไว้ เป็นรายกลุ่มและรายบุคคล</p>	<p>มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละแผน</p>	<p>กระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การแก้ปัญหา 2. การให้เหตุผล 3. การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ 4. การเชื่อมโยง 5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากตารางที่ 22 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ 5 ขึ้นกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และจากการบันทึกหลังสอน มีผลการใช้รูปแบบ (5P Model) โดยภาพรวมดังนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) ครูผู้สอนเตรียมความพร้อมในการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมขยับกายขยายสมอง (การให้นักเรียนท่องสูตรคูณประกอบการทำท่าทาง) ซึ่งใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมประมาณ 5 นาที จากนั้นอธิบายวิธีการเข้าประจำกลุ่ม แล้วดำเนินการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มตามวิธีการของแต่ละแผน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกกลุ่มละ 4 คนที่ละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสามารถเก่ง:ปานกลาง:อ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 เมื่อนักเรียนเข้าประจำกลุ่มแล้ว ครูสร้างความตระหนักให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำงานกลุ่ม บทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม และเกณฑ์การประเมินกระบวนการทำงานกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มออกเป็น หัวหน้ากลุ่ม เลขานุการกลุ่ม และสมาชิกกลุ่ม ซึ่งผลจากการทำกิจกรรมในขั้นนี้พบว่า ในการจัดเข้ากลุ่มแต่ละครั้งนักเรียนจะรู้สึกชื่นชอบ เนื่องจากได้ลุ้นว่า ตนเองจะได้อยู่กลุ่มไหนและมีสมาชิกภายในกลุ่มเป็นใครบ้าง สำหรับการกำหนดหน้าที่ภายในกลุ่ม พบว่าในแผนแรกๆ หัวหน้ากลุ่มส่วนใหญ่จะเป็นนักเรียนคนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับเก่ง และเลขานุการกลุ่มจะเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับปานกลาง เป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไปเรื่อยๆ ผู้ที่ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าและเลขานุการของกลุ่ม จะมีการผลัดเปลี่ยนกันไป ทั้งในกลุ่มของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจและการอาสาสมัครของสมาชิกภายในกลุ่มของแต่ละกลุ่มซึ่งเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในขั้นนี้ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที



ภาพที่ 6 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P)

ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P)

ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ โดยการนำเสนอสถานการณ์/ปัญหา ที่ครอบคลุมตัวชี้วัดของแต่ละแผนการสอน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด และสรุปเป็นเป้าหมายในการเรียนรู้ของกลุ่ม จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มมีการนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากการทำงานกลุ่มต่อที่ประชุมใหญ่ โดยมีครูร่วมเติมเต็มเพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ที่ครอบคลุมตัวชี้วัด และเขียนเป้าหมายการเรียนรู้นั้นไว้ในห้องเรียน โดยผลการจัดกิจกรรมตามขั้นตอนนี้พบว่า ในในการกิจกรรมในแผนการสอนที่ 1 และ 2 นักเรียนแต่ละกลุ่มยังไม่สามารถกำหนดเป้าหมายการเรียนได้สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่ต้องการในแผนการสอนมากนัก ครูผู้สอนจึงต้องแสดงบทบาทในการเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือนักเรียนค่อนข้างมากทั้งในแง่ของลักษณะการเขียนเป้าหมาย และการได้มาซึ่งเป้าหมายในการเรียนรู้ แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนไปเรื่อยๆ นักเรียนสามารถเขียนเป้าหมายการเรียนรู้อันสอดคล้องกับตัวชี้วัดในแต่ละแผนการสอนได้มากขึ้น ครูลดบทบาทของตนเองลงเป็นเพียงผู้เติมเต็มในบางประเด็นที่นักเรียนมองข้ามเท่านั้น ส่วนลักษณะของการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยกันทำงาน และรอคูลูกเป้าหมายของกลุ่มใดที่จะเป็นเป้าหมายที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในขั้นนี้ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที



ภาพที่ 7 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P)

ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing : P) ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อวินิจฉัยนักเรียนว่ามีมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับมโนทัศน์ใหม่มีมากน้อยเพียงใด โดยการจัดกิจกรรมด้วยวิธีการทดสอบ/ซักถาม/อภิปราย จากนั้นดำเนินการแก้ไข/ทบทวนมโนทัศน์พื้นฐาน จากนั้นให้ความรู้เรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้แก่นักเรียนแต่ละแผนการสอน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำมโนทัศน์พื้นฐานมาใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกปฏิบัติโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีครูร่วมให้ข้อเสนอแนะและอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติม ข้อค้นพบที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ คือ ในส่วนของมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่นั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ อยู่แล้ว จึงไม่ใช้เวลามากสำหรับการทบทวนมโนทัศน์พื้นฐาน แต่เรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาในการสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนมาก เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนตามปกติ ครูมักจะไม่ได้อธิบายให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละเรื่อง ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละเรื่องย่อย ครูผู้สอนจำเป็นต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่อง จากนั้นจึงให้นักเรียนลงมือฝึกปฏิบัติ โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ครบทุกเรื่องแล้ว ในแผนท้ายๆของหน่วยนักเรียนจะมีความสามารถในการนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ดีขึ้น โดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากที่สุด คือ กระบวนการแก้ปัญหา เนื่องจากมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน และจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรม เพราะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละเรื่องจะมีลักษณะของการคิดที่แตกต่างกันออกไป โดยเวลาสำหรับการจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 60 นาที



ภาพที่ 8 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P)

ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) ครูผู้สอนทบทวนเป้าหมายในการเรียนรู้ประจำแผน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันสืบเสาะหาความรู้ โนทัศน์ตามเป้าหมายที่กำหนดเป็นรายบุคคล โดยการเขียนสรุปตัวมโนทัศน์ และยกตัวอย่างประกอบ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม สรุปเป็นมโนทัศน์ของกลุ่มแล้วแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปมโนทัศน์ในรูปแผนผังความคิด พร้อมทั้งนำแผนผังความคิดไปติดตามผนังห้องเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเดินดูแผนผังความคิดของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งฟังการให้ข้อเสนอแนะจากครู จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปมโนทัศน์ใหม่อีกครั้ง แล้วให้นักเรียนเขียนสรุปมโนทัศน์ใหม่ด้วยภาษาของตนเอง ผลจากการทำกิจกรรมในขั้นนี้ พบว่า ในการสืบเสาะหาความรู้เป็นรายบุคคล หากครูไม่กำหนดแนวทางให้นักเรียนได้เขียนสรุป นักเรียนจะสรุปมโนทัศน์ได้ไม่ครบถ้วน ควรแก้ไขโดยการเขียนชื่อมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนไปสืบเสาะหาความรู้ และเขียนหัวข้อสำคัญเป็นแนวทางให้นักเรียนไปศึกษา จะช่วยให้นักเรียนมีความถูกต้องในการสืบเสาะหาความรู้ได้ถูกต้องยิ่งขึ้นอย่างไรก็ตามผลจากการสังเกตการณ์จัดบันทึกมโนทัศน์ของนักเรียนในขั้นตอนนี้ พบว่า มีนักเรียนบางคนสรุปมโนทัศน์ไม่สอดคล้องกับเรื่องที่ศึกษา รวมทั้งยกตัวอย่างไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่บันทึก ครูผู้สอนจำเป็นต้องเดินดูและให้ความช่วยเหลือเมื่อพบปัญหาดังกล่าว ส่วนการนำผลการสืบเสาะรายบุคคลมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มเพื่อนำไปสู่การสรุปมโนทัศน์ของกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีความสนุกสนานในการดำเนินกิจกรรม มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม และให้มโนทัศน์ที่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติกิจกรรมคือ อาจพบนักเรียนบางกลุ่มสรุปมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง ครูผู้สอนควรเดินดูการทำงานของแต่ละกลุ่มเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์สำหรับกิจกรรมการให้นักเรียนแต่ละคนเดินศึกษาผลการเขียนแผนผังความคิดที่ติดตามผนังเพื่อรับข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ของแต่ละกลุ่ม ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์และตัวอย่างที่ยกประกอบ และร่วมกันสรุปมโนทัศน์ใหม่อีกครั้งร่วมกับครู เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องชัดเจน สำหรับกิจกรรมการสรุปมโนทัศน์เป็นรายบุคคล เป็นกิจกรรมที่มอบหมายให้นักเรียนทำเป็นการบ้านเนื่องจาก ในช่วงนี้ไม่มีเวลาเพียงพอ โดยเวลาสำหรับการจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 60 นาที



ภาพที่ 9 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P)

ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P) ครูผู้สอนจัดเตรียม ปัญหา/สถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ ให้นักเรียน ร่วมกันลงมือ แก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และรายบุคคล ครอบคลุม กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดไว้ใน แผนการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี มีการช่วยเหลือ ปรีกษาหรือกันในการทำกิจกรรมกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ใน ส่วนของการฝึกปฏิบัติรายบุคคลมอบหมายให้นักเรียนไปทำเป็นการบ้าน จากการสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่มของนักเรียน ครูควรเสริมแรงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันในการทำงาน ทบทวน มโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้อง รวมทั้งทบทวนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อยู่เป็นระยะ และควรเดิน ดูการทำงาน of นักเรียนหากพบข้อบกพร่องในเรื่องใด หรือนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน เรื่องใด ครูจะได้แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ทันที โดยเวลาสำหรับการจัดกิจกรรมในขั้นตอน นี้ใช้เวลาประมาณ 60 นาที



ภาพที่ 10 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)

นอกจากนั้นแล้ว ผลจากการที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้เขียนสะท้อนตนเองเกี่ยวกับความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้ผลดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) นักเรียนมีความสุข ความรู้สึกชอบ ตื่นเต้น และมีความสุขสานในการจัดกิจกรรมตามขั้นตอนนี้ เนื่องจาก 1) ได้รู้ล่วงหน้าว่าจะได้อยู่กลุ่มใคร และมีสมาชิกกี่คน 2) สมาชิกในแต่ละกลุ่มมีการคล่องความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และปรึกษากันภายในกลุ่มเมื่อประสบปัญหาในการเรียนได้มากขึ้นดังสะท้อนได้จากผลการสะท้อนตนเอง ดังต่อไปนี้

“รู้สึกตื่นเต้นและได้รู้ว่าจะได้อยู่กลุ่มใคร และมีสมาชิกกี่คน”

“ดีมากเพราะเพื่อนจะได้นั่งกระจายกัน คนเก่งจะได้ช่วยสอนคนอ่อน”

“มีความสุขเพราะได้ทำงานกลุ่มร่วมกัน สนุกสนาน ทุกคนช่วยกันทำงานกลุ่มอย่างเต็มที่ มีใบงานอะไรก็ช่วยกันทำ”

ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) นักเรียนมีความสุขกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ เนื่องจาก 1) นักเรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้กับครู 2) ทำให้นักเรียนได้รู้เป้าหมายในการเรียนว่าตนเองต้องเรียนรู้เรื่องอะไรบ้าง 3) นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกลุ่มในการหาข้อสรุปเกี่ยวกับเป้าหมายในการเรียนรู้ขึ้นดังสะท้อนได้จากผลการสะท้อนตนเอง ดังต่อไปนี้

“ดีใจที่มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้กับครูและเพื่อนๆ ได้รู้ว่ามีเป้าหมายที่ข้ออะไรบ้าง”

“ดีเพราะจะได้ช่วยกันทำงานต่างๆ ไม่มีการเอาเปรียบกันได้ทำงานกับเพื่อนได้ทำงานร่วมกับครูไปเรื่อยๆ”

“ดีมากเพราะจะได้ช่วยกันทำงานกลุ่ม”

ขั้นที่ 3 ทบทวนโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing: P) นักเรียนมีความรู้สึกดีกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ เนื่องจาก 1) เป็นการทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียนส่งผลให้นักเรียนจำได้และมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น 2) ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมากขึ้น 3) ได้ร่วมกับเพื่อนในการทำงานกลุ่ม ดังสะท้อนได้จากผลการสะท้อนตนเอง ดังต่อไปนี้

“ดี เพราะช่วยให้เราจำอะไรได้มากขึ้น บางครั้งเราก็ต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน”

“ทำให้มีการทบทวนเรื่องเดิมและได้เข้าใจเรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ”

“ดี เมื่อทบทวนบ่อยๆจะได้จำได้”

ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) นักเรียนมีความรู้สึกดีกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ เนื่องจาก 1) เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม และผลของการทำงานเป็นกลุ่มจะส่งผลให้นักเรียนสามารถทำงานเป็นรายบุคคลได้2)การสรุปมโนทัศน์โดยการเขียนเป็นแผนผังความคิดนอกจากเป็นการได้ฝึกกระบวนการทางคณิตศาสตร์แล้วยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนจำมโนทัศน์ที่เรียนได้ง่ายขึ้นด้วยดังสะท้อนได้จากผลการสะท้อนตนเอง ดังต่อไปนี้

“รู้สึกดีตื่นเต้น เพราะเป็นเรื่องที่ยังไม่เคยเรียน ดังนั้นในกลุ่มต้องช่วยกันสรุปมโนทัศน์”

“ดีเพราะ การสรุปมโนทัศน์เป็นแผนผังความคิดทำให้จำได้ง่ายขึ้น”

“คนในกลุ่มช่วยกันทำงานดี และผลจากการทำงานกลุ่มสามารถนำไปสู่การทำงานเป็นรายบุคคลได้”

ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P) นักเรียนมีความรู้สึกชอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ เนื่องจาก 1) มีการให้นักเรียนภายในกลุ่มได้ทำงานเป็นคู่ ซึ่งเมื่อเกิดปัญหานักเรียนสามารถที่จะช่วยเหลือกันได้ 2) การที่นักเรียนได้ทำงานเป็นคู่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมคิด ร่วมทำ และมีส่วนร่วมกันในการรับผิดชอบต่อผลที่จะเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกัน3)นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการนำมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาสู่การฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญยิ่งขึ้น4)ผลจากการที่นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นคู่ส่งผลดีเมื่อนักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลด้วย ดังสะท้อนได้จากผลการสะท้อนตนเอง ดังต่อไปนี้

“ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันทำงาน และเกิดการเรียนรู้เรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปด้วย”

“ชอบตอนที่ให้ทำงานเป็นคู่ เพราะถ้าช่วยกันทำเวลาทำเป็นรายบุคคลจะสามารถทำได้”

ผลจากการสะท้อนตนเองเกี่ยวกับขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนชื่นชอบ โดยภาพรวม นักเรียนชื่นชอบกระบวนการจัดการเรียนการสอนทุกขั้นตอน แต่ขั้นตอนที่นักเรียนชื่นชอบมากที่สุดได้แก่ 1) ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) เนื่องจาก เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม จนนำไปสู่การสรุปมโนทัศน์ที่ได้จากการสืบเสาะในรูปแบบของ

การเขียนแผนผังความคิดของกลุ่ม ซึ่งในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ได้มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่มและ 2) ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) เนื่องจาก เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด เพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมาย การเรียนรู้ ซึ่งผลจากการทำกิจกรรมดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่างต้องช่วยระดมสมอง การคิด ช่วยกันทำงาน และค้นว่าเป้าหมายของกลุ่มใดมีความสอดคล้องกับเป้าหมายในการเรียนรู้ ในครั้งนั้นๆมากที่สุดส่วนสิ่งที่นักเรียนได้รัยจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่

- 1) มีความรู้ด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2) ได้เกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม มีการได้ใช้ความคิดเป็นของตนเอง ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้มีความสุขในการเรียนรู้ ดังสะท้อนได้จากผลการสะท้อนตนเอง ดังต่อไปนี้
- “ชอบขึ้นนำเสนอโนทัศน์ เพราะได้คิด ได้นำเสนอด้วยตนเอง”
- “ชอบการเขียนแผนผังความคิด, ได้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนให้เพื่อนๆ ได้รู้, เพื่อนๆ ได้ช่วยเหลือกันเขียนแผนผังความคิด”
- “ชอบขึ้นกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ เพราะคนในกลุ่มได้ช่วยการคิด และฝึกการคิดด้วย”

“ได้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตอนก่อนไม่เคยรู้ว่าเป็นอย่างไร”

“เกิดความสนุกกับเพื่อนๆ ในกลุ่มได้ร่วมคิด และได้ปรึกษาเวลามีปัญหา”

โดยภาพรวมแล้ว รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ช่วยให้ครูและนักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกันทั้งระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน ระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม โดยผ่านสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริง นักเรียนได้ฝึกการตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ลงมือสืบเสาะหาความรู้ สร้างความรู้ในรูปแบบที่ง่ายต่อการเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ ฝึกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการกลุ่มเป็นกลไกในการขับเคลื่อนให้เกิดการเรียนรู้ โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ส่งผลให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบ พบว่า รูปแบบมีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ $83.03 / 81.33$ ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ดังแสดงผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบ ในตารางที่ 23 และมีรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาในแผนภาพที่ 24

ตารางที่ 23 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบ กับกลุ่มตัวอย่าง

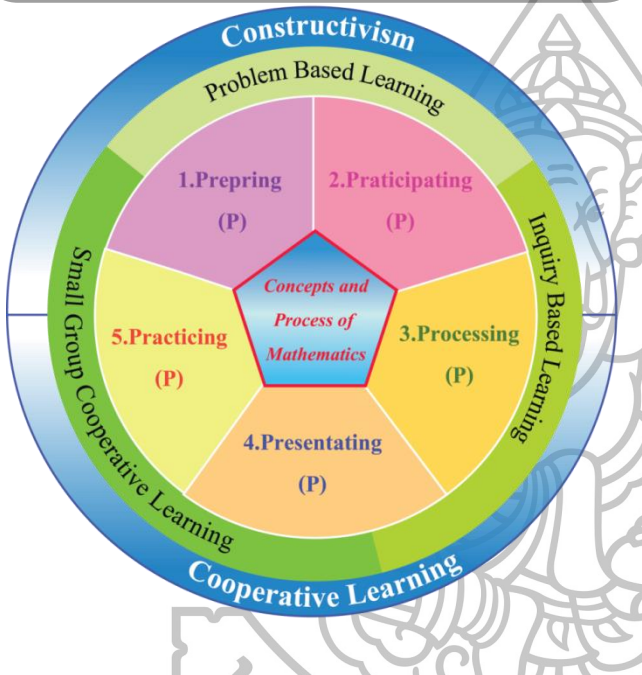
จำนวน นักเรียน	หน่วย ที่	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)				ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)		
		แผนที่	คะแนน รวม	คะแนน ที่ได้	E_1	คะแนน รวม	คะแนน ที่ได้	E_2
25	1	1	1,000	845	84.50	600	493	82.17
		2	1,000	859	85.90			
		3	1,500	1,246	83.07			
		4	1,500	1,235	82.33			
		สรุป	5,000	4,185	83.70			
	2	1	1,000	829	82.90	600	489	81.50
		2	1,250	1,051	84.08			
		3	1,500	1,224	81.60			
		4	1,250	1,019	81.52			
		สรุป	5,000	4,123	82.46			
	สรุปรวม		10,000	8,308	83.08	1,200	982	81.33



รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(5P Model)
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.หลักการ
การส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Co-operative Learning)

2.วัตถุประสงค์
เพื่อพัฒนาโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์



- 3.กระบวนการจัดการเรียนการสอน**
- เตรียมความพร้อม (Preparing : P)
 - มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน (Participating : P)
 - ทบทวนโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P)
 - นำเสนอ โน้ตทัศน์ใหม่ (Presenting: P)
 - ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)

4.การประเมินผล
การประเมินผลจากสภาพจริงที่เน้นการประเมินโน้ตทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5. ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ด้านครู	ด้านผู้เรียน
<ol style="list-style-type: none"> มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้(Scaffolding) ให้กับผู้เรียน 	<p>มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม</p>

แผนภาพที่ 24 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ฉบับสมบูรณ์

จากแผนภาพที่ 34 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีชื่อว่า “ 5P Model ” “ 5 พี โมเดล ” มีรายละเอียดขององค์ประกอบดังนี้

1. หลักการ

รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วยหลักในการจัดการเรียนการสอน 3 ประการ ดังนี้

1.1 การเรียนรู้ เกิดจากการที่นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของโลกแห่งความเป็นจริง ส่งผลให้เกิดความขัดแย้งทางปัญหา ส่งผลให้นักเรียนต้องปรับโครงสร้างของปัญญาให้เข้าสู่ภาวะที่สมดุล โดยการดูซึมและปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการ มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อน ครู และการรู้คิดของตนเอง จนนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาด้วยตนเอง

1.2 วิธีการเรียนรู้ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ประมาณ 3 -4 คน ที่มีการละความสามารถด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ ในอัตราส่วน 1:2:1 และมีการเปลี่ยนกลุ่มการเรียนรู้ไปเรื่อยๆ

1.3 เป้าหมายในการเรียนรู้ มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปแสดงออกมาในรูปของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ประเภท คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

โดยสรุปหลักการของรูปแบบ

การเรียนรู้โดยรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์คือ การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์บนพื้นฐานการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Theory of Cooperative Learning)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

3. กระบวนการจัดการเรียนการสอน

กระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ ประกอบด้วย 5 ชั้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P)

ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P)

ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P)

ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P)

ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)

4. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีการวัดและประเมินผล 2 ด้าน คือ ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และ ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5. ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของกรรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ

5.1 ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

5.2 นักเรียนต้องมีความเชื่อมั่นในตนเอง และมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย 1) เปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 3) เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการ

ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน และ 5) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยมีผลดังต่อไปนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t -test แบบ dependent มีผลการทดสอบดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง		n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	P
ภาพรวม	ก่อนเรียน	25	8	1.00	0.87	31.08*	.00
	หลังเรียน	25	8	6.64	1.11		
หน่วยที่ 1	ก่อนเรียน	25	4	0.52	0.51	30.05*	.00
	หลังเรียน	25	4	3.36	0.64		
หน่วยที่ 2	ก่อนเรียน	25	4	0.48	0.51	18.33*	.00
	หลังเรียน	25	4	3.28	0.74		

*P < .05

จากตารางที่ 24 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 6.64$, S.D. = 1.11) ตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 1.00$, S.D. = 0.87) และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายหน่วยพบว่า ทั้ง 2 หน่วยนักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 3.36$, S.D. = 0.64, $\bar{X} = 3.28$, S.D. = 0.74) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 0.52$, S.D. = 0.51, $\bar{X} = 0.48$, S.D. = 0.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

ผลการการสังเคราะห์การตอบแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้ข้อค้นพบว่า ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบไม่ครบทุกข้อ เนื่องจากข้อที่นักเรียนไม่ตอบเป็นเรื่องที่นักเรียนไม่มีมโนทัศน์เรื่องนั้น ส่วนข้อที่นักเรียนตอบส่วนใหญ่พบว่า มโนทัศน์ไม่ถูกต้องและนำเสนอ มโนทัศน์ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้ ส่วนในการทดสอบหลังเรียน นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบได้ครบทุกข้อ โดยการ

ตอบคำถามนักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการแสดงออกของมโนทัศน์มีความถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และตอบคำถามได้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด

2.ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มี 3 ระยะ ได้แก่ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยพิจารณาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมีผลการศึกษาดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

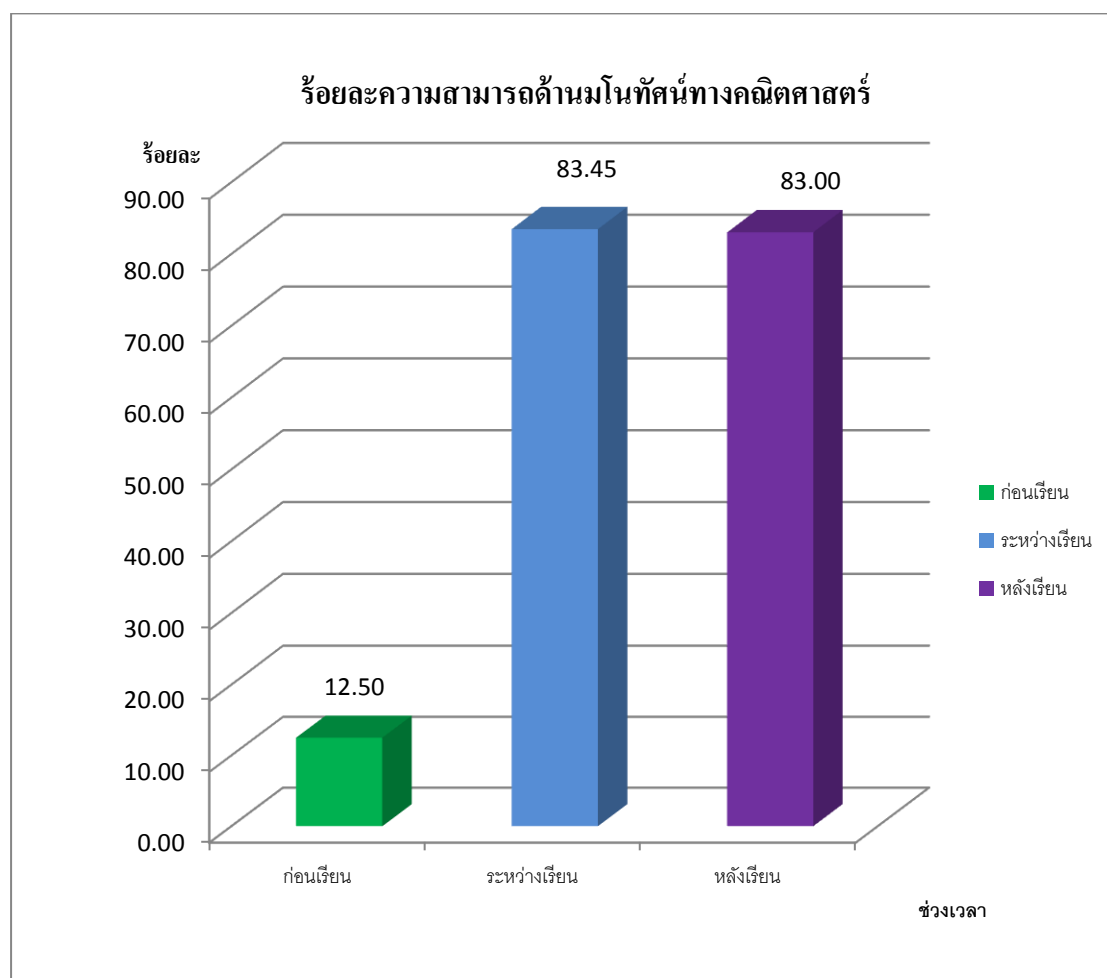
กลุ่มทดลอง	ร้อยละของความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์		
	ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
ร้อยละ	12.50	83.45	83.00
ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม

จากตารางที่ 25 พบว่าความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 12.50) เป็นระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.00) โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 12.50) ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.45) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.00) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

ผลจากการสังเคราะห์การทำแบบทดสอบและการทำกิจกรรมจากใบงานระหว่างการจัดการเรียนการสอนได้ข้อค้นพบที่น่าสนใจ ดังนี้ 1) การทำแบบทดสอบประเมินมโนทัศน์ก่อนเรียนได้ข้อค้นพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบทดสอบไม่ครบทุกข้อ เนื่องจากข้อที่นักเรียนไม่ตอบเป็นเรื่องที่นักเรียนไม่มีมโนทัศน์เรื่องนั้น ส่วนข้อที่นักเรียนตอบส่วนใหญ่พบว่า มโนทัศน์ไม่ถูกต้องและนำเสนอมโนทัศน์ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้ 2) การทำกิจกรรมจากใบงานระหว่างเรียนได้ข้อค้นพบว่า นักเรียนสามารถทำกิจกรรมจากใบงานต่างๆ โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยลักษณะของการตอบคำถาม นักเรียนสามารถนามโนทัศน์ที่เกิดจากการเรียนรู้มาใช้เป็นฐานเพื่อนำไปสู่การแสดงออกตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยเมื่อมีมโนทัศน์ที่มีความยากขึ้นนักเรียนจะสามารถนามโนทัศน์ที่เกิดจากการเรียนรู้มาใช้เป็นฐานเพื่อนำไปสู่การแสดงออกตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ลดลงเล็กน้อยแต่ยังมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยม 3) การทดสอบหลังเรียน นักเรียนทุกคนทำ

แบบทดสอบได้ครบทุกข้อ โดยการตอบคำถามนักเรียนสามารถตอบคำถามโดยการแสดงออกของมโนทัศน์มีความถูกต้องเป็นส่วนใหญ่และตอบคำถามได้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด

ผู้วิจัยได้นำเสนอแผนภูมิแท่งแสดงร้อยละของความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t -test แบบ dependent มีผลการทดสอบดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง
การใช้รูปแบบการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง		n	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	P
ภาพรวม	ก่อนเรียน	25	40	5.32	3.57	51.41*	.00
	หลังเรียน	25	40	32.64	4.46		
ความสามารถในการ แก้ปัญหา	ก่อนเรียน	25	8	1.12	0.83	28.63*	.00
	หลังเรียน	25	8	5.76	1.20		
ความสามารถในการ ให้เหตุผล	ก่อนเรียน	25	8	1.24	0.83	32.33*	.00
	หลังเรียน	25	8	6.84	1.03		
ความสามารถในการ สื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ	ก่อนเรียน	25	8	1.08	0.86	32.33*	.00
	หลังเรียน	25	8	6.68	0.99		
ความสามารถในการ เชื่อมโยง	ก่อนเรียน	25	8	0.88	0.78	38.98*	.00
	หลังเรียน	25	8	6.80	1.12		
ความสามารถในด้าน ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ก่อนเรียน	25	8	1.00	0.87	24.80*	.00
	หลังเรียน	25	8	6.56	1.12		

*P < .05

จากตารางที่ 26 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 32.64$, S.D. = 4.46) ตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 5.32$, S.D. = 3.57) และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้านพบว่า ทั้ง 5 ด้านนักเรียนมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 5.76$, S.D. = 1.20, $\bar{X} = 6.84$, S.D. = 1.03, $\bar{X} = 6.68$, S.D. = 0.99, $\bar{X} = 6.80$, S.D. = 1.12, $\bar{X} = 6.56$, S.D. = 1.12) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 1.12$, S.D. = 0.83, $\bar{X} = 1.24$, S.D. = 0.83, $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.86, $\bar{X} = 0.88$, S.D. = 0.78, $\bar{X} = 1.00$, S.D. = 0.87) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

ผลจากการสังเคราะห์การตอบแบบทดสอบประเมินความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้ข้อค้นพบที่น่าสนใจดังนี้ 1) การตอบแบบทดสอบก่อนเรียน ได้ข้อค้นพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบไม่ครบ ส่วนแบบทดสอบที่ตอบพบว่า นักเรียนตอบไม่ถูกต้อง

เป็นส่วนใหญ่ โดยสิ่งที่มีนักเรียนตอบไม่ถูกต้อง คือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนไม่มีความรู้เรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน และบางข้อนักเรียนพอมโนทัศน์ในเรื่องนั้นอยู่บ้างแต่นักเรียนไม่มีความรู้เรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงส่งผลให้ตอบแบบทดสอบไม่ถูกต้อง

2) การตอบแบบทดสอบหลังเรียน ได้ข้อค้นพบว่า นักเรียนทุกคนตอบแบบทดสอบครบทุกข้อ การตอบแบบทดสอบแต่ละข้อนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นๆถูกต้อง มีความเข้าใจเรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด จึงสามารถตอบแบบทดสอบได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากแบบทดสอบเพื่อประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต้องใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเป็นพื้นฐานเพื่อนำไปแสดงออกด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน

4.ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มี 3 ระยะ ได้แก่ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยพิจารณาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมีผลการศึกษาดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มทดลอง	ร้อยละของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ร้อยละของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์		
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
ภาพรวม	ร้อยละ	13.30	83.10	81.60
	ระดับ	ต่ำกว่า	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
	ความสามารถ	เกณฑ์		
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ร้อยละ	14.00	78.70	72.00
	ระดับ	ต่ำกว่า	ดีมาก	ดี
	ความสามารถ	เกณฑ์		
ความสามารถในการให้เหตุผล	ร้อยละ	15.50	83.75	85.50%
	ระดับ	ต่ำกว่า	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
	ความสามารถ	เกณฑ์		

ตารางที่ 27 พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน(ต่อ)

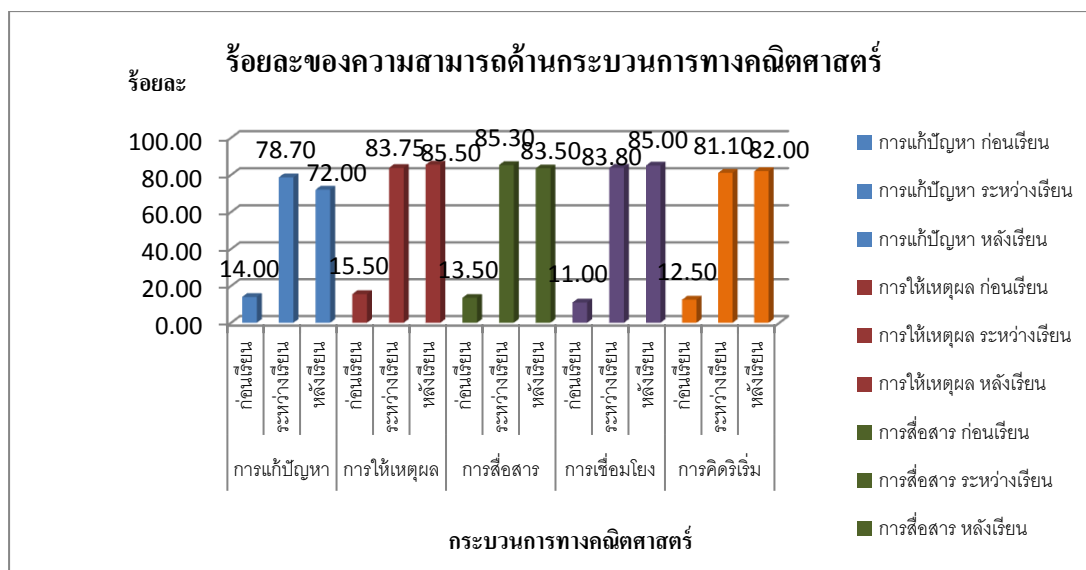
กลุ่มทดลอง		ร้อยละของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์		
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ	ร้อยละ	13.50	85.30	83.50
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการเชื่อมโยง	ร้อยละ	11.00	83.80	85.00
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
ความสามารถในด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ร้อยละ	12.50	81.10	82.00
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม

จากตารางที่ 27 พบว่าความสามารถของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 13.30) เป็นระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 81.60) โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 13.30) ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.10) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 81.60) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าความสามารถของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทุกด้านของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดี ดีมาก และดีเยี่ยม โดยพัฒนาการด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 11.00, ร้อยละ83.80, ร้อยละ85.00)ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 15.50 , ร้อยละ83.75, ร้อยละ85.50) และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (ร้อยละ 12.50 , ร้อยละ81.10, ร้อยละ82.00)มีพัฒนาการที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 5

ผลจากการสังเคราะห์การตอบแบบทดสอบประเมินความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้ข้อค้นพบที่น่าสนใจดังนี้ 1) พัฒนาการด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงของการทำแบบทดสอบก่อนเรียน นักเรียนไม่สามารถตอบแบบทดสอบได้ เนื่องจาก นักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของเรื่องที่น่ามาทดสอบ ประกอบกับ

ไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละเรื่อง แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความรู้ด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการแสดงออกด้านกระบวนการทั้ง 3 ด้านได้ดีขึ้น โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่และนำไปสู่การเชื่อมโยงในชีวิตจริงได้ นักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์เป็นพื้นฐานในการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้และมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผลแต่ละลักษณะได้ ตลอดจนนักเรียนสามารถใช้มโนทัศน์เป็นพื้นฐานในการแสดงออกด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในลักษณะของการคิดยืดหยุ่น การคิดคล่อง การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออได้ และผลจากการที่นักเรียนได้ฝึกบ่อยๆส่งผลให้ ในการทำแบบทดสอบหลังเรียนนักเรียนสามารถตอบแบบทดสอบได้คะแนนสูงขึ้นจากการประเมินระหว่างเรียน 2) พัฒนาการด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนนักเรียนไม่สามารถตอบแบบทดสอบตามขั้นตอนการแก้ปัญหาได้เนื่องจากนักเรียนไม่มีมโนทัศน์ในเรื่องที่ทดสอบและไม่เข้าใจขั้นตอนการแก้ปัญหาตามกระบวนการที่กำหนดส่วนผลการทำใบงานระหว่างเรียนพบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ โดยในช่วงแรกของการฝึกการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหานักเรียนนักเรียนใช้เวลามากในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนด และตอบคำถามโดยการอธิบายเหตุผลประกอบในขั้นที่ 4 ของกระบวนการแก้ปัญหาได้ไม่ดีนัก แต่เมื่อฝึกปฏิบัติซ้ำๆนักเรียนสามารถใช้เวลาในกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นและสามารถตอบคำถามตามขั้นตอนที่กำหนดได้ดีขึ้น ส่วนการทดสอบหลังเรียนนักเรียนมีผลการประเมินน้อยกว่าระหว่างเรียนแต่ยังอยู่ในระดับนี้ โดยสาเหตุที่ทำให้ให้นักเรียนมีผลการประเมินน้อยกว่าระหว่างเรียนเป็นผลมาจากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องจึงส่งผลให้การแก้ปัญหาคำเนินการไปในทิศทางที่ไม่ถูกต้องด้วย

ผู้วิจัยได้นำเสนอแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแสดงร้อยละของความสามารถของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5.ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ประเด็น	ความคิดเห็น			
	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ คิดเห็น	ลำดับ ที่
ด้าน บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน				
1.นักเรียนมีส่วนร่วมกับครูในการกำหนดเป้าหมายในการเรียนแต่ละครั้ง	4.48	0.71	มาก	2
2.นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อนและครู	4.64	0.64	มากที่สุด	1
3.นักเรียนได้ความเป็นอิสระในการเรียนรู้ของตนเอง	4.12	0.97	มาก	4
4.นักเรียนมีอิสระในการวางแผนการเรียนรู้และหาความรู้ด้วยตนเอง	4.44	1.08	มาก	3
5.นักเรียนได้รับความช่วยเหลือระหว่างเพื่อนในการเรียน	4.04	1.31	มาก	5
สรุปด้านบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน	4.34	0.27	มาก	4

ตารางที่ 28 ผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์(ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็น			
	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ คิดเห็น	ลำดับ ที่
ด้าน บทบาทของครูที่แสดงออกต่อนักเรียนในการเรียนการสอน				
6.ครูมีการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนเริ่มสอน	4.72	0.54	มากที่สุด	2
7.ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเริ่มสอน	4.40	0.71	มาก	4
8. ครูให้การช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนการสอน	4.76	0.52	มากที่สุด	1
9.ครูมีการให้คะแนนทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล	4.52	0.65	มากที่สุด	3
10.ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน	4.08	1.15	มาก	5
สรุป ด้านบทบาทของครูที่แสดงออกต่อนักเรียนในการเรียนการสอน	4.50	0.26	มากที่สุด	1
ด้าน การฝึกปฏิบัติการมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์				
11.การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูทำให้นักเรียนสามารถสรุปมนทัศน์ของเรื่องที่เรียนได้	4.52	0.77	มากที่สุด	2
12.นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	4.32	0.90	มาก	5
13.นักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	4.20	1.00	มาก	3
14.นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	4.64	0.70	มากที่สุด	1
15.นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	4.32	1.03	มาก	6
16.นักเรียนได้ฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	4.36	1.08	มาก	4
สรุป ด้านการฝึกปฏิบัติการมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.39	0.15	มาก	3

ตารางที่ 28 ผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ประเด็น	ความคิดเห็น			
	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ คิดเห็น	ลำดับ ที่
ด้าน ผลของการฝึกปฏิบัติการมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์				
17.นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนเพิ่มมากขึ้น	4.52	0.71	มากที่สุด	2
18.นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้ปัญหา	4.24	0.72	มาก	6
19.นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์	4.60	0.65	มากที่สุด	1
20.นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	4.28	0.79	มาก	5
21.นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	4.44	0.92	มาก	4
22.นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	4.44	0.77	มาก	3
สรุปด้าน ผลของการฝึกปฏิบัติการมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.42	0.09	มาก	2
สรุปภาพรวมทั้งหมด	4.41	0.21	มาก	

จากตารางที่ 28 พบว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยภาพรวมนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$, S.D.= 0.21) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ด้านบทบาทของครูที่แสดงออกต่อนักเรียนในการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.50$, S.D.= 0.26) โดยมีความคิดเห็นว่าคุณครูได้แสดงบทบาทในการช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนการสอน มีการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนเริ่มสอน และมีการให้คะแนนนักเรียนทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล รองลงมาคือ ด้านผลการฝึกปฏิบัติการมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีความเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$, S.D.= 0.09) ว่า นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความเข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนเพิ่มมากขึ้น และมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และ

ด้านการฝึกปฏิบัติการมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีความเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.39$, S.D.= 0.15) ว่านักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่มการจัดการจัดการเรียนการสอนของครูทำให้นักเรียนสามารถสรุปมนทัศน์ของเรื่องที่เรียนได้ และนักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นอกจากนั้นแล้วผลจากการวิเคราะห์เนื้อหาของการเขียนสะท้อนตนเองของนักเรียนใน 3 ประเด็น ได้แก่ ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิธีการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนได้เรียนรู้อะไรที่เพิ่มขึ้น และการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ ได้ผลดังนี้

1. ความรู้สึกที่นักเรียนมีต่อวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น นักเรียนรู้สึกมีความสุข สนุกสนานที่ได้เรียนด้วยวิธีสอนที่พัฒนาขึ้น เนื่องจาก นักเรียนได้คุ้นจะได้เข้ากลุ่มกับใครและเมื่อได้กลุ่มแล้วเป็นกลุ่มที่มีนักเรียนคละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ทำให้เวลาทำงานกลุ่มนักเรียนสามารถช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยกันทำงานกลุ่มส่งผลให้ผลงานที่ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นดังสะท้อนได้จากผลการสะท้อนตนเอง ดังต่อไปนี้

“มีความสุข เป็นวิธีสอนที่ดีกว่าเดิม ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน สนุกสนาน และได้แสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม”

“ รู้สึกดี เพราะได้เรียนรู้เป็นกลุ่ม สามารถปรึกษากันได้ และทำให้งานออกมาสมบูรณ์มากที่สุด ”

“รู้สึกตื่นเต้นว่าจะได้อยู่กลุ่มไหน ว่าครูจะสอนเรื่องอะไรต่อไป”

2. สิ่งที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ จากการเรียนด้วยวิธีสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น คือ นักเรียนได้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเกิดความสามารถในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆดังสะท้อนได้จากผลการสะท้อนตนเอง ดังต่อไปนี้

“ได้รู้ในตัวเนื้อหาคณิตศาสตร์”

“ได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ”

“หนูชอบมากตอนที่ครูให้เขียนแผนผังความคิด”

3. การนำความรู้ไปใช้ พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น เรียนเรื่องทศนิยม ก็ทำให้นักเรียนสามารถอ่านราคาสินค้าได้ถูกต้อง ได้นำความรู้เรื่องการบวก การลบ การคูณ ทศนิยมไปใช้ในการคำนวณราคาสินค้าต่างๆในชีวิตประจำวัน

จากการประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบความสามารถด้านมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พัฒนาการของความสามารถด้าน

มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีผลสรุปดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 สรุปผลการประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

เกณฑ์ประสิทธิผล	ผลการวิจัย	สรุปประสิทธิผลของรูปแบบ	
		มี	ไม่มี
1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05	✓	
2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น	ความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม	✓	
3. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน	กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05	✓	
4. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น	ความสามารถของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม	✓	

จากตารางที่ 29 พบว่า ผลสรุปการประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริม โน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีผลการประเมินตามเกณฑ์ประสิทธิผลครบทุกเกณฑ์

ตอนที่ 3 ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองยาว อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 26 คน โดยนักเรียนมีความรู้ความสามารถ และมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

คำถามที่ใช้ในการวิจัย

รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม โน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีประสิทธิผลอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม โน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
2. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
4. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

สมมติฐานการวิจัย

ในการขยายผลรูปแบบครั้งนี้ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม โน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม โน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการด้านโน้ตทัศน์สูงขึ้น

3. นักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตสนั้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตสนั้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

ประสิทธิผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตสนั้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. ผลการเปรียบเทียบมโน้ตสนั้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตสนั้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test แบบ dependent มีผลการทดสอบดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการเปรียบเทียบมโน้ตสนั้ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตสนั้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มขยายผล

กลุ่มขยายผล		N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	P
ภาพรวม	ก่อนเรียน	26	4	0.73	0.45	17.35*	.00
	หลังเรียน	26	4	3.31	0.79		

*P < .05

จากตารางที่ 30 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบมีมโน้ตสนั้หลังเรียน ($\bar{X} = 3.31$, S.D.= 0.79) ตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตสนั้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 0.73$, S.D.= 0.45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

ผลจากการสังเคราะห์การตอบแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนได้ข้อค้นพบที่น่าสนใจดังนี้ 1) ผลการตอบแบบทดสอบก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบไม่ครบทุกข้อ และข้อที่นักเรียนตอบส่วนใหญ่ตอบไม่ถูกต้องเนื่องจากมีมโน้ตสนั้ในเรื่องนั้นๆไม่ถูกต้อง อีกทั้งยังไม่สามารถนำมโน้ตสนั้ที่มีไปใช้ในการตอบตามเงื่อนไขของแบบทดสอบแต่ละข้อได้ 2) ผลการตอบแบบทดสอบหลังเรียน พบว่า นักเรียนทุกคนตอบแบบทดสอบครบทุกข้อ และการตอบแบบทดสอบแต่ละข้อนักเรียนมีมโน้ตสนั้ที่ถูกต้องตลอดจน

สามารถนำโมทัศน์ที่มีไปใช้ในการตอบแบบทดสอบได้ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดจึงส่งผลให้โดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน มี 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ก่อนเรียน ระยะที่ 2 ระหว่างเรียน ระยะที่ 3 หลังเรียน โดยพิจารณาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนแผนภูมิแท่ง เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ ดังตารางที่ 31 และภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การจัดการเรียนการสอนของนักเรียนกลุ่มขยายผล

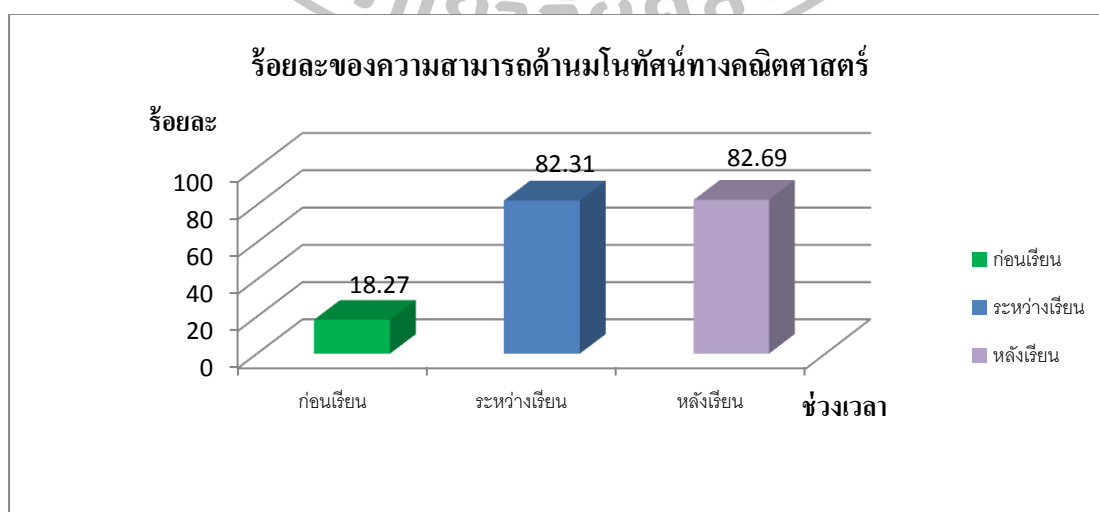
ตารางที่ 31 พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ

กลุ่มขยายผล	ร้อยละของความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์		
	ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
ร้อยละ	18.27	82.31	82.69
ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม

จากตารางที่ 31 พบว่าความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 18.27) ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 82.31) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 82.69) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

ผลจากการสังเคราะห์การตอบแบบทดสอบก่อนเรียน การทำใบงานระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนได้ข้อค้นพบที่น่าสนใจดังนี้ 1) ผลการตอบแบบทดสอบก่อนเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบไม่ครบทุกข้อ และข้อที่นักเรียนตอบส่วนใหญ่ตอบไม่ถูกต้องเนื่องจากมีมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆ ไม่ถูกต้อง อีกทั้งยังไม่สามารถนำมโนทัศน์ที่มีไปใช้ในการตอบตามเงื่อนไขของแบบทดสอบแต่ละข้อได้ 2) ผลการทำกิจกรรมจากใบงานระหว่างเรียน พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ใหม่ตามเป้าหมายของแต่ละแผนการสอนและสามารถนำมโนทัศน์นั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด และเมื่อนักเรียนผ่านการเรียนการสอนไปเรื่อยๆนักเรียนมีพัฒนาการด้านมโนทัศน์มากขึ้นตามลำดับสามารถสรุปมโนทัศน์และนำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น 2) ผลการตอบแบบทดสอบหลังเรียน พบว่า นักเรียนทุกคนตอบแบบทดสอบครบทุกข้อ และการตอบแบบทดสอบแต่ละข้อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องตลอดจนสามารถนำมโนทัศน์ที่มีไปใช้ในการตอบแบบทดสอบได้ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดจึงส่งผลให้โดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนพัฒนาการก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนอย่างต่อเนื่อง

ผู้วิจัยได้นำเสนอแผนภูมิแท่งแสดงพัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 พัฒนาการความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ

3. ผลการเปรียบเทียบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test แบบdependent มีผลการทดสอบดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

กลุ่มขยายผล		N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	P
ภาพรวม	ก่อนเรียน	26	20	3.54	1.50	33.28*	.00
	หลังเรียน	26	20	16.27	2.93		
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ก่อนเรียน	26	4	0.50	0.51	24.52*	.00
	หลังเรียน	26	4	2.92	0.74		
ความสามารถในการให้เหตุผล	ก่อนเรียน	26	4	0.73	0.45	26.88*	.00
	หลังเรียน	26	4	3.35	0.69		
ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ	ก่อนเรียน	26	4	0.69	0.47	23.35*	.00
	หลังเรียน	26	4	3.31	0.74		
ความสามารถในการเชื่อมโยง	ก่อนเรียน	25	4	0.81	0.63	18.33*	.00
	หลังเรียน	25	4	3.35	0.74		
ความสามารถในด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ก่อนเรียน	25	4	0.81	0.40	18.33*	.00
	หลังเรียน	25	4	3.35	0.69		

*P < .05

จากตารางที่ 32 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 16.27$, S.D. = 2.93) ตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 3.54$, S.D. = 1.50) และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้านพบว่า ทั้ง 5 ด้านนักเรียนมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.74, $\bar{X} = 3.35$, S.D. = 0.69, $\bar{X} = 3.31$, S.D. = 0.74, $\bar{X} = 3.35$, S.D. = 0.75, $\bar{X} = 3.35$, S.D. = 0.69) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 0.50$, S.D. = 0.51, $\bar{X} = 0.73$, S.D. = 0.45, $\bar{X} = 0.69$, S.D. = 0.47, $\bar{X} = 0.81$, S.D. = 0.63, $\bar{X} = 0.81$, S.D. = 0.40) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

ผลจากการสังเคราะห์การตอบแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนได้ข้อค้นพบที่น่าสนใจดังนี้ 1) การตอบแบบทดสอบก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบไม่ครบทุกข้อ ส่วนแบบทดสอบที่ตอบ นักเรียนตอบไม่ถูกต้องซึ่งสาเหตุมาจากมโนทัศน์ไม่ถูกต้องและนำมโนทัศน์ไปแสดงออกตามเงื่อนไขของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง 2) การตอบแบบทดสอบหลังเรียน พบว่า นักเรียนตอบแบบทดสอบครบทุกข้อและการตอบของแบบทดสอบแต่ละข้อส่วนใหญ่ตอบได้ถูกต้องโดยลักษณะของการตอบเป็นการนำมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนการสอนมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ

ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มี 3 ระยะ ได้แก่ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยพิจารณาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผล มีผลการศึกษาดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ

กลุ่มขยายผล		ร้อยละของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์		
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
ภาพรวม	ร้อยละ	17.69	82.38	81.34
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ร้อยละ	12.50	81.54	73.08
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดี
ความสามารถในการให้เหตุผล	ร้อยละ	18.27	81.92	83.65
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอ	ร้อยละ	17.31	86.06	82.69
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม

ตารางที่ 33 พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผล
รูปแบบ (ต่อ)

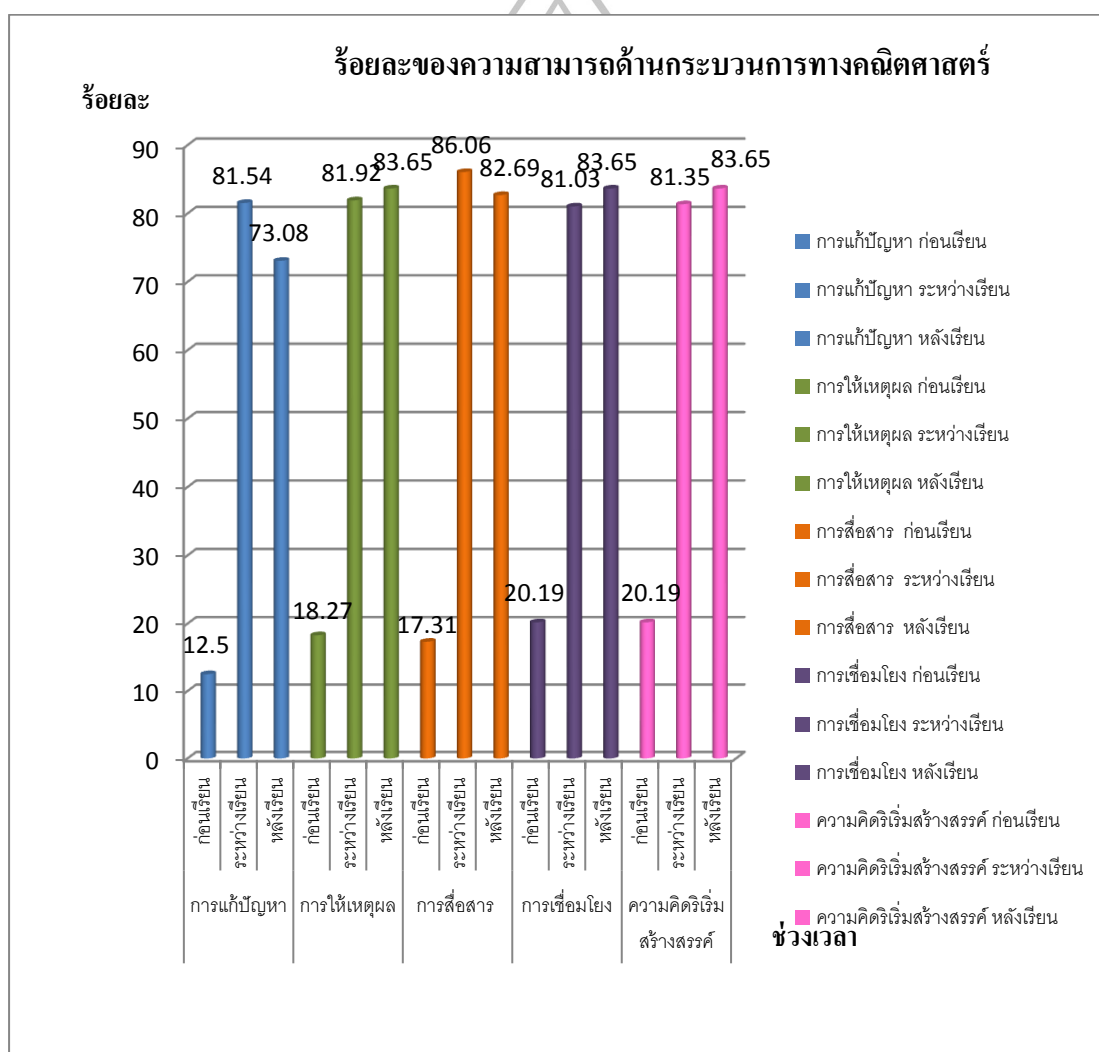
กลุ่มขยายผล		ร้อยละของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์		
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
ความสามารถในการเชื่อมโยง	ร้อยละ	20.19	81.03	83.65
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม
ความสามารถในด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ร้อยละ	20.19	81.35	83.65
	ระดับความสามารถ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ดีเยี่ยม	ดีเยี่ยม

จากตารางที่ 33 พบว่าความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์(ร้อยละ 17.69) ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 82.38) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.34) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทุกด้านของนักเรียนกลุ่มขยายผล ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม มนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดี และดีเยี่ยม ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

ผลจากการสังเคราะห์การตอบแบบทดสอบก่อนเรียน การตอบคำถามจากใบงาน และแบบทดสอบหลังเรียน ได้ข้อค้นพบที่น่าสนใจดังนี้ 1) การตอบแบบทดสอบก่อนเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบไม่ครบทุกข้อ ส่วนแบบทดสอบที่ตอบ นักเรียนตอบไม่ถูกต้องซึ่งสาเหตุมาจาก มโนทัศน์ไม่ถูกต้องและนำมาโนทัศน์ไปแสดงออกตามเงื่อนไขของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง 2)การตอบคำถามจากใบงาน พบว่า นักเรียนสามารถมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียนการสอนมาใช้ในการแสดงออกตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆได้อย่างถูกต้องสามารถนำมาโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนที่กำหนด สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัยและอุปนัยได้ นำมโนทัศน์ที่ได้นำเสนอและสื่อสารให้ผู้อื่นรู้โดยการเขียนเป็นแผนผังความคิด สามารถนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันสามารถคิดยืดหยุ่น คิดคล่อง คิดหลายหลายและคิดละเอียดลออตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 2) การตอบแบบทดสอบหลังเรียน พบว่า นักเรียนตอบแบบทดสอบครบทุกข้อและการตอบของแบบทดสอบแต่ละข้อส่วนใหญ่ตอบได้ถูกต้องโดยลักษณะของการตอบเป็นการนำมาโนทัศน์ที่ได้จากการเรียน

การสอนมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ และเมื่อพิจารณาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า พัฒนาการด้านการให้เหตุผล การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาที่อยู่ขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ผู้วิจัยได้นำเสนอแผนภูมิแท่งแสดงพัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 พัฒนาการความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผล
รูปแบบ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบอย่างไม่เป็นทางการ ตามกระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (5P Model) สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P) เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมความพร้อมด้านห้องเรียน และความพร้อมด้านตัวนักเรียน สร้างความตระหนักให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำงานกลุ่ม และแนวทางการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ จากนั้นจัดนักเรียนเข้ากลุ่มและให้แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบแสดงความคิดเห็นว่า ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถทางด้านวิชาคณิตศาสตร์อยู่กับตนเอง และการเข้ากลุ่มจะไม่ใช้เวลามากหากครูเลือกใช้วิธีการจับฉลากนักเรียนเข้าแต่ละกลุ่มโดยใช้เกณฑ์การลดความสามารถเข้าประจำกลุ่ม และวิธีการนี้เป็นวิธีการที่นักเรียนชอบเพราะได้รู้ว่ามีสมาชิกภายในกลุ่มของตนเองเป็นใครบ้าง

ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) เป็นขั้นตอนที่ครูนำสถานการณ์/ปัญหา ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและสอดคล้อง ครอบคลุมกับเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนแผนนั้นๆ มาเสนอให้นักเรียนเกิดความสงสัย จนนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบแสดงความคิดเห็นว่า ครูต้องเป็นคนที่ยืนยันเรื่องราวที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมาผูกเป็นเรื่องราวที่สอดคล้องกับเป้าหมายในการเรียนให้ได้ และกิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนมากขึ้น เพราะ เห็นว่าสิ่งที่จะเรียนรู้ต่อไปสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และในการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมาย ครูผู้สอนต้องมีความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิด และในบางครั้งเมื่อพบปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถกำหนดเป้าหมายในการเรียนได้ตรงประเด็น ครูผู้สอนจำเป็นต้องปรับคำถามให้ง่ายขึ้นและช่วยเหลือนักเรียนเพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนที่ถูกต้องและครอบคลุม

ขั้นที่ 3 ทบทวนโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P) เป็นขั้นตอนที่ครูทบทวนโน้ตทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้โน้ตทัศน์ใหม่ แล้วใช้โน้ตทัศน์พื้นฐานเป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแผนการสอนนั้นๆ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบแสดงความคิดเห็นว่า ในขั้นตอนนี้ครูจำเป็นต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่า มโนทัศน์พื้นฐานของแต่ละแผนการสอนคืออะไร เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน ส่วนเรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใหม่สำหรับครูและนักเรียน เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ ครูไม่ได้มีการสอนให้นักเรียนได้รู้จักกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสอดแทรกไปกับการจัดกิจกรรมเลข

ซึ่งเมื่อพิจารณาอย่างละเอียดแล้วในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อาจมาครอบคลุมกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกด้าน แต่หากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาและสร้างความเข้าใจในกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านและออกแบบภาระงานให้สอดคล้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นๆ เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างเสริมความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน

ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผน และลงมือสืบเสาะความรู้เพื่อนำไปสู่เป้าหมายในการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะความรู้เป็นรายบุคคล จากนั้นนำความรู้ที่ได้มีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม แล้วแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปเป็นมโนทัศน์ของกลุ่ม แล้วนำเสนอ มโนทัศน์โดยการเขียนในรูปแบบผังความคิด จากนั้นนำแผนผังความคิดเสนอที่เพื่อนในชั้นเรียน โดยมีครูร่วมตรวจสอบและเติมเต็มความสมบูรณ์ของมโนทัศน์นั้น จากนั้นให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ด้วยวิธีการเขียนในรูปแบบผังความคิดด้วยภาษาของตนเอง ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบแสดงความคิดเห็นว่า เป็นขั้นตอนที่นักเรียนชอบมาก เพราะนักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้และร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม แต่สิ่งที่ครูต้องให้ความสำคัญคือครูต้องจัดเตรียมแหล่งข้อมูลให้นักเรียนและควรแนะนำนักเรียนเพื่อนำข้อมูลที่ถูกต้อง สอดคล้องกับเป้าหมายมาเขียนโดยแบบบันทึกการสืบเสาะครูต้องออกแบบให้รัดกุม สมบูรณ์ และในขณะที่นักเรียนกำลังสืบเสาะหาความรู้ และเขียนมโนทัศน์ ครูต้องเข้าไปเป็นที่เลี้ยงเพื่อให้ได้มโนทัศน์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และในช่วงที่มีการนำเสนอ มโนทัศน์ครูต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ที่แต่ละกลุ่มนำเสนอ และครูต้องช่วยเติมเต็มมโนทัศน์ให้มีความถูกต้องและอาจต้องมีการอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบอีกครั้งหนึ่งด้วย

ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำมโนทัศน์ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยการแสดงออกตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านโดยการทำงานเป็นคู่และเป็นรายบุคคล ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบแสดงความคิดเห็นว่า เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่นักเรียนชอบเนื่องจาก ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมนักเรียนได้ช่วยกันทำใบงานเป็นคู่และจะมีการให้คะแนนเป็นกลุ่มโดยการสุ่มหยิบใบงานของแต่ละกลุ่มกลุ่มละ 1 ใบงานเพื่อนำมาเป็นคะแนนของกลุ่ม ดังนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีการวางแผนการจับคู่ว่าจะจับอย่างไรที่เมื่อทำใบงานไม่ว่าจะจับได้ใบงานคู่ใด คะแนนกลุ่มก็จะได้คะแนนสูงๆ จากนั้นนักเรียนแต่ละคู่ต้องช่วยกันคิดเพื่อตอบคำถามจากใบงานให้ได้คะแนนดีที่สุด และรอลุ้นว่าจะจับได้ใบงานของคู่ใด จึงส่งผลให้เห็นบรรยากาศของการเรียนที่จับคู่ช่วยกันเรียนรู้ มีการช่วยเหลือและปรึกษาหารือกันในการทำใบงาน และผลจากการทำใบงานเป็นรายคู่ก็ส่งผลให้เวลา

ทำใบงานเป็นรายบุคคลนักเรียนก็สามารถทำได้ดีด้วย แต่สิ่งหนึ่งที่ครูควรกระทำคือการกระตุ้นให้นักเรียนบางคนที่อาจไม่ช่วยเพื่อทำใบงานได้มีส่วนร่วมในการช่วยเพื่อนเป็นระยะๆ

เมื่อก้าวโดยสรุปแล้วผลจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบ ได้ผลโดยสรุปว่าเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมี โนทัศน์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้จริง สามารถนำไปใช้ในชั้นเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ นักเรียนมีความสุข สนุกสนานในการเรียนรู้ ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน ส่งเสริมให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ร่วมกับครูมากขึ้น ลดบทบาทของครูจากเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้มาสู่ครูที่มีหน้าที่อำนวยความสะดวก ลดปัญหาเรื่องการตรวจงานให้น้อยลง แต่ครูต้องมีเวลาในการเตรียมการจัดการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด การทำงานร่วมกัน และการกล้าแสดงออกอย่างสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา 2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 2.1) เปรียบเทียบความสามารถด้านมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2.2) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน 2.3) เปรียบเทียบความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2.4) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน 2.5) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และ 3. เพื่อขยายผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 คน ของโรงเรียนบ้านหนองยาว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุพรรณบุรีเขต 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยออกแบบการวิจัยเป็นแบบ Embedded Design วิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก และวิธีการเชิงคุณภาพเป็นรอง และใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าร้อยละ (%) ค่า ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) หาค่าที่แบบไม่เป็นอิสระ (t-test for dependent) การวิเคราะห์เนื้อหา (content Analysis) โดยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) มีองค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการคือ การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ บนพื้นฐานการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism)และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Theory of Cooperative Learning)2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา3) กระบวนการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparing : P)(2) ขั้นมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P) (3) ขั้นทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P) (4) ขั้นนำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P)(5) ขั้นฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)4) การวัดและประเมินผล 2 ด้าน คือ ด้านมโนทัศน์และด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1)ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งมีความสามารถในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียน (2)นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง และมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ผลการหาค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) ตามเกณฑ์ E_1/E_2 กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เท่ากับ 83.03 / 81.33

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีผลสรุปดังนี้

2.1 หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model)นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

2.2 ความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์(ร้อยละ 12.50) เป็นระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ83.00) โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 12.50) ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.45) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.00) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

2.3 หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) นักเรียนมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

2.4 ความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์(ร้อยละ 13.30) เป็นระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 81.60) โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์(ร้อยละ 13.30) ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 83.10) และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม(ร้อยละ 81.60) ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 5

2.5 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยภาพรวมนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$, S.D.=0.21) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านบทบาทของครูที่แสดงออกต่อนักเรียนในการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.50$, S.D.= 0.26) โดยมีความคิดเห็นว่า ครูได้แสดงบทบาทในการช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนการสอน มีการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนเริ่มสอน และมีการให้คะแนนนักเรียนทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล รองลงมาคือ ด้านผลการฝึกปฏิบัติการโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีความเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$, S.D.= 0.09) ว่า นักเรียนมีความสามารถในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความเข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนเพิ่มมากขึ้นและมีความสามารถในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และด้านการฝึกปฏิบัติการมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีความเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.39$, S.D.= 0.15) ว่านักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูทำให้นักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนได้ และนักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ผลการขยายผลรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนกลุ่มขยายผลการวิจัยที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) หลังเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนนักเรียนมีพัฒนาการของมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม

โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. จากผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P model) ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว พบว่า รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเชิงเนื้อหาและมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน มีความเหมาะสม และครอบคลุมความต้องการจำเป็นในการส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีการดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการเชิงระบบ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงนโยบายของการจัดการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งในและต่างประเทศการเก็บข้อมูลกับกลุ่มบุคคลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทั้งผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์และนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผนวกกับการศึกษา แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการออกแบบระบบการเรียนการสอนที่ต้องตอบคำถามสำคัญ 4 คำถาม คือ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533: 12; กาญจนา คุณารักษ์, 2545: 7; สุวิทย์ บึงบัว, 2550: 10; จิระ ดีช่วย, 2554: 40) 1) การออกแบบระบบการเรียนการสอนนี้เพื่อใคร 2) ผู้ออกแบบระบบการเรียนการสอนต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรหรือมีความสามารถในการทำอะไรได้บ้าง 3) ผู้เรียนจะเรียนรู้เนื้อหาวิชาหรือทักษะต่างๆได้ดีที่สุดอย่างไร และ 4) เราจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้และการออกแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพต้องอยู่บนพื้นฐานของแบบจำลองการออกแบบระบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเช่นกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานอย่างรอบด้านจึงนำไปสู่การออกแบบระบบการเรียนการสอนที่เริ่มจากการกำหนดเป้าหมายของรูปแบบการเรียนการสอน นำไปสู่การออกแบบการเรียนการสอน การพัฒนาเครื่องมือนวัตกรรมประกอบการสอน การนำไปใช้และการประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของระบบ

การเรียนการสอนที่ว่า (Kruse, 2007: 1) องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา
- 2) การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนของการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ การเลือกสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้
- 3) การพัฒนา(Development) เป็นขั้นตอนของการพัฒนาเครื่องมือหรือนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- 4) การนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนของการนำนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง และ
- 5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนของการประเมินผลการจัดการเรียนรู้และสิ่งที่ใช้ในการเรียนการสอน

ผลจากการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตชนและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีแนวคิดการจัดการเรียนการสอนหลายวิธีการ ผู้ออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนจำเป็นต้องเลือกสรรให้เหมาะสมกับเป้าหมายในการพัฒนาสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัย ซึ่งในการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ให้มีความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความร่วมมือในการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งมีแนวคิดสำคัญอยู่ 4 ประการ (Wink and Putney, 2002: 91-94 ; Wood, Bruner and Ross, 1976: 98; Vygotsky, 1978: 72; Piaget, 1977: 61) คือ การเรียนรู้คือการสร้างองค์ความรู้และการสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่อาศัยกระบวนการทางสังคมช่วยก่อให้เกิดการเรียนรู้ 2) การควบคุมและการประเมินการคิดของตนเอง(Metacognition) คือ การเรียนรู้ที่จะสร้างองค์ความรู้ เน้นให้นักเรียนสร้างจิตสำนึกว่าจะเรียนรู้อย่างไร 3) การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ที่จะช่วยให้นักเรียนเพิ่มความสามารถในการควบคุม กำกับการรู้คิดของตนเอง 4) พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development)ซึ่งพัฒนาการและการเรียนรู้มีลักษณะที่เอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน การเรียนรู้นำไปสู่พัฒนาการ สนับสนุนพัฒนาการ หรือผลักดันให้พัฒนาการเป็นไปในระดับที่สูงขึ้น เป็นการขยายระดับพัฒนาการออกไปอย่างไม่มีขีดจำกัด และแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning)ที่มีเป้าหมายสำคัญ (Joyce and Weil, 2009; Slavin, 1990; Johnson and Johnson, 2000; วัชร เล่าเรียนดี, 2555) คือความสำเร็จของกลุ่มเกิดมาจากความสำเร็จของสมาชิกภายในกลุ่มทุกคน ซึ่งการจะประสบความสำเร็จได้ต้องเกิดจากความร่วมมือในการปฏิบัติงานของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม โดยประสิทธิภาพของกลุ่มสะท้อนให้เห็นได้จากการที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีการทำงานอย่างร่วมมือกัน และสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้บรรลุตามเป้าหมายของภาระงานแต่ละอย่างที

ได้รับมอบหมาย และถือได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่ช่วยพัฒนาทักษะทางสังคม และความสามารถในการคิดขั้นสูงให้กับนักเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงตระกูลของรูปแบบการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนพบว่า ตระกูลของรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีมีโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ (Joyce and Weil, 2009: 24 -37) ตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (The Information-Processing Family of Models) และตระกูลรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นระบบสังคม (The Social Family of Models) โดยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และตระกูลของรูปแบบการเรียนการสอน ต้องเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นด้านการพัฒนากระบวนการและให้ความสำคัญของการทำงานเป็นกลุ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดสร้างความรู้ด้วยตนเองและเชื่อมโยงสู่ชีวิตจริงของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning)

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมีโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ ครู นักเรียน ร่วมกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวิธีสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning)จนนำไปสู่กระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมีโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษา ได้ 5 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing: P) ชั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating: P) ชั้นที่ 3 ทบทวนมีโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing: P) ชั้นที่ 4 นำเสนอ มีโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P) และชั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing: P) ซึ่งผลจากการดำเนินการตามที่กล่าวมาข้างต้นนำไปสู่ผลการหาค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมีโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ตามเกณฑ์ E_1/E_2 กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เท่ากับ 83.03 / 81.33 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อ 1

2. จากผลประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมีโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่มีผลการวิจัยดังนี้

2.1 หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 และผลการวิจัยที่พบว่าความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) เป็นการผสมผสานวิธีการจัดการเรียนการสอนระหว่างวิธีสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) กล่าวคือ เป็นวิธีสอนที่มีกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ให้เป็นการเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก โดยมีสมาชิกภายในกลุ่ม 3 – 4 คนที่ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้ร่วมกันกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้โดยการพิจารณาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และร่วมกันวางแผนการสืบเสาะความรู้ ลงมือสืบเสาะหาความรู้รายบุคคลและนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มจนนำไปสู่การสรุปมโนทัศน์ที่ได้ในรูปแบบของการเขียนแผนผังความคิด แล้วนำมาโน้ตทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีครูแสดงบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ซึ่งลักษณะของการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการที่ดีขึ้นหรือสูงขึ้นตามลำดับสอดคล้องกับหลักการในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์ (Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus, 2012) ที่ว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมีหลักการที่สำคัญ 3 ประการ คือ การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ควรเป็นการเรียนรู้ที่เน้นที่การสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน การเรียนการสอนควรสร้างความรู้ให้กับนักเรียนใช้ความสนใจและประสบการณ์ของนักเรียนให้เกิดความเข้าใจ และส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและสะท้อนการเรียนรู้และการเรียนการสอนควรเชื่อมต่อการเรียนรู้สู่โลกแห่งความเป็นจริง สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศแคนาดา (The Ontario Curriculum, Mathematics, 2005) ที่ว่า การที่จะทำให้ให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้นั้น นักเรียนต้องมองค้ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการขับเคลื่อนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ และความเข้าใจ เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริงขั้นตอนต่างๆ กระบวนการและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องละเอียดถี่ถ้วนเสียก่อน

นอกจากนั้นแล้วยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสันติ อธิพิณาวากุล (2550) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นกันสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชมพูนุท วณสันติยะ (2552) ที่พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ ซึ่งการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ เป็นวิธีสอนที่ใช้อธิบายหรือการนำเสนอกรอบความรู้/ความคิดในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีเส้นเชื่อมแสดงอยู่ระหว่างคำมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 คำขึ้นไป มีความสัมพันธ์เป็นลำดับขั้นลดหลั่นกันช่วยให้นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ คอซแรน (Coleman, 2008) ที่พบว่า การพัฒนาความเข้าใจของความคิดรวบยอดของนักเรียนเกิดจากการได้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน การมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครู และการสะท้อนคิดในตัวของตัวเอง โดยมีผลการวิจัยของ แมคเวิร์ทเทอร์ (McWhirter, 1998 อ้างถึงใน บุญยง กุลเพชร, 2552) เป็นที่ยืนยันว่า การทดสอบนักเรียนในการพัฒนาความคิดรวบยอดว่านักเรียนและครูมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันสื่อที่ใช้ทำให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดดีขึ้นและการทดสอบการพัฒนาความคิดรวบยอดโดยการอภิปรายกลุ่มย่อยในชั้นเรียนและการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือย่อยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือย่อยนักเรียนมีความคิดรวบยอดสูงขึ้น

2.2 หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) นักเรียนมีความสามารถด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 และผลการวิจัยที่ว่า ความสามารถของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยม โดยระยะก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ระยะระหว่างเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม และระยะหลังเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 5 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model) เป็นการผสมผสานวิธีการจัดการเรียนการสอนระหว่างวิธีสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้กลุ่มย่อย (Small Group Cooperative Learning) ซึ่งมีต้นตระกูลของรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (The Information-Processing Family of

Models) โดยใช้กระบวนการกลุ่มเป็นตัวขับเคลื่อน กล่าวคือ ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยให้ความสำคัญกับการวินิจฉัยมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ แล้วดำเนินการเติมเต็มในมโนทัศน์ที่นักเรียนบกพร่องก่อนเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ (Desses, 1958, อ้างถึงใน ชมพูนุช วานสันเทียะ, 2552: 18; Russell, 1965: 69; De Cecco, 1968: 397-400; Ausubel, 1968; Snyder, 1968: 8; สันติ อธิธิพลนาวกุล, 2550: 21; ปุญญนุช กุลเพชร, 2552: 15) เนื่องด้วย หากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วย่อมเป็นปัจจัยสนับสนุนให้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ การที่มนุษย์จะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับมโนทัศน์เป็นสำคัญ มโนทัศน์เป็นพื้นฐานของทักษะต่อไปที่จะเกิดขึ้น จนนำไปสู่ความสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้และมโนทัศน์เป็นเครื่องกรองเพื่อนำไปสู่การแสดงออกของพฤติกรรมมนุษย์ด้านต่างๆ เช่น การคิด การสื่อความหมาย การแก้ปัญหา การตัดสินใจ นอกจากนี้ให้ความสำคัญกับมโนทัศน์แล้ว ในการจัดการเรียนการสอนยังมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านและฝึกปฏิบัติให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านก่อนแล้วค่อยประเมินความสามารถด้านดังกล่าว ซึ่งวิธีการจัดการเรียนการสอนตามปกติ จะใช้การสอนโดยการสอดแทรกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผ่านการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนและครูไม่มีความชัดเจนในเรื่องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้แล้วยังใช้กระบวนการของกลุ่มเป็นตัวขับเคลื่อนให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการพัฒนาความสามารถทางกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ ซึ่งมีทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผล 3) ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยง และ 5) ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีพัฒนาการที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุ 3 ประการดังนี้ 1) การจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นที่มีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ จึงส่งผลให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนก็กล้าที่จะเข้าร่วมกิจกรรม กล้าคิด การพูด กล้าให้เหตุผลเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้มากขึ้นนอกจากนี้แล้วในการจัดการเรียนการสอนมีการนำเสนอปัญหาที่ท้าทายโดยการนำปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมาใช้เป็นสื่อกลางกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีมาใช้แก้ปัญหาคำถามที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์เป็นปัญหาปลายเปิดและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จึงส่งผลให้พัฒนาการด้านความสามารถในการให้

เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีพัฒนาการที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชิตติมา อุดมพรมนตรี (2555) ที่พบว่า แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนิรนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปัจจัยด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลทางบวกต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการวิจัยของ ชลธิชา ทับทิว (2554) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ซึ่งหมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนจับคู่กัน 2 คนโดยคลอบคลุมความสามารถเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันละกัน สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษา (กุลภัสสร ศิริพรรณ 2545: 17; อาทิตย์ อาษาหาญ 2547: 29; สสาวท. 2551: 133-135; ณัฐพงศ์ วงศ์สูย์ 2552:26 ; วิรลพัชร เลิศจิริราพัฒน์, 2552 : 25; สาลินี เรืองจ้อย, 2554: 39; ปฎิมา สิงห์สร, 2554: 38) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ปัญหาเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้ออกสาและเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องเด็กที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สาลินี เรืองจ้อย (2554) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ ชีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ (2554) ที่ศึกษาเรื่องพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่องเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการระดมสมอง พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดมสมองมากขึ้น นักเรียนสามารถ 1) คิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด 2) คิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่ต่างกัน 3) คิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และ 4) คิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลยได้ 2) เป็นผลมาจากรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีฐานคิดมาจากวิธีสอนที่สามารถพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผลการวิจัยยืนยันว่า วิธีการจัดการเรียนการสอน

แบบอุปนัยและนิรนัยสามารถพัฒนาความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ ดังผลการวิจัยของ รัชณี ภู่อพัชรกุล (2551) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวิจัยของ ชีณรินทร์ สังข์ธรรม (2556) ที่พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิจัยของ ประจวบ แสงสีบบ (2556) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR ทำให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิจัยของ เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2551) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้เรียนรู้แบบการสอนให้รู้จัก (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบด้านการเชื่อมโยง ภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 และวรรณวิสา จันทร์สุนทรพร (2557) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3) เกิดจากลักษณะโดยรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีลักษณะของการจัดเตรียมสถานที่ในห้องเรียนให้เป็นบรรยากาศของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้นักเรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์กันเป็นกลุ่มย่อย ส่งเสริมให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้มาฝึกเชื่อมโยงและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในลักษณะต่างๆ นำสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงมาจุดประกายให้นักเรียน ได้เห็นความเชื่อมโยงจากตัวความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปสู่ชีวิตประจำวัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ช่วยทำให้นักเรียนมีความสามารถด้านการเชื่อมโยงและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาที่ได้แสดงทัศนะเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมความสามารถด้านการเชื่อมโยงและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ดังนี้ (Kennedy and Tipps, 1994: 194-198; Basil, 1999: 8-12; NCTM, 2000: 274-277; Kyle, 2001: 80-86; เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2551: 28; อัมพร คชนองม้า, 2553: 61; วรรณวิสา จันทร์สุนทรพร, 2557: 71) คือ ควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยการจัดเป็นกลุ่มย่อยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรและส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่างๆทางคณิตศาสตร์จัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม โดยการนำสถานการณ์

ในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ใกล้ตัว หรือสถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์มาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการนำความรู้และทักษะทางคณิตมาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อฝึกให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตกับศาสตร์อื่นๆ และชีวิตจริงกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วและพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามและอภิปรายคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจในความคิดรวบยอดใหม่ของนักเรียนและให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมนั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับปัญหาที่จัดการเรียนรู้และสอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษาที่แสดงทัศนะเกี่ยวกับการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กุลภัสสร ศิริพรรณ, 2545: 17; อาทิตย์ อัจหาญ, 2547: 29; สสาวท, 2551: 133-135; ฉัฐพงษ์ วงศ์สุ่ย, 2552: 26; วิรลพัชร เลิศจิราพัฒน์, 2552: 25; สาลีณี เรืองจ้อย, 2554: 39; ปฎิมา สิงห์สร, 2554: 38) ว่า ควรจัดบรรยากาศของห้องเรียนให้เอื้อต่อการส่งเสริมความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนมีการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเสนอแนวคิดได้หลายๆวิธีและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษา แนะนำของครูผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉัฐพงษ์ วงศ์สุ่ย (2552) ที่พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และงานวิจัยของ วิรลพัชร เลิศจิราพัฒน์ (2552) ที่พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ โดยส่งผลทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

จากข้อค้นพบในการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยที่พบว่าหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอน 5P Model นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิจัยที่พบว่าความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5P Model มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป็นระดับดีเยี่ยมดังนั้นในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรนำรูปแบบการเรียนการสอนที่วิจัยนี้ไปใช้กับนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 – 6

2. เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอน 5P Model มีฐานคิดมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative Learning) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการไตร่ตรองด้วยตนเองและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับเพื่อน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงให้ความสำคัญกับการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย การสร้างความรู้ด้วยตนเองและการมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อนและครู จึงควรจัดสภาพของห้องเรียนที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม มีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มที่ละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ มีแหล่งข้อมูลให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้อย่างพอเพียง และควรกำหนดขอบข่ายของเรื่องให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ที่ตอบสนองต่อตัวชีวิต โดยมีครูเป็นผู้นำที่อำนวยความสะดวก ตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและเติมเต็มในส่วนที่ไม่สมบูรณ์ให้กับนักเรียน

3. การนำรูปแบบการเรียนการสอน 5P Model ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมเรื่องการทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การรู้ข้อมูลพื้นฐานด้านความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล การวิเคราะห์มโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นแต่ละเนื้อหา มโนทัศน์ของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จัดการเรียนการสอน กระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน การจัดเตรียมแหล่งข้อมูลสำหรับใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอน 5P Model ได้ทำการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 – 6 ดังนั้นควรนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นเพื่อหาข้อค้นพบถึงประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

2. ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาในมิติของความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนนี้ว่าสามารถพัฒนาความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ที่ต่างกัน ดังนั้นควรเพิ่มตัวแปรกลางด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3. ในวิชาคณิตศาสตร์มีสาระการเรียนรู้หลัก 5 สาระ คือ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยในการวิจัยได้นำสาระ จำนวนและการดำเนินการมาใช้ในการทดลอง ดังนั้น ควรนำสาระอื่นๆมาวิจัยเพื่อหาข้อสรุปว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถพัฒนามโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้ในทุกสาระหรือไม่



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ. (2541). รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาสภาพความคาดหวัง สภาพปัจจุบันและปัญหาของกระบวนการจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยทางการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ
- _____. (2544). การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุดตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาหลักสูตรกรมวิชาการ.
- _____. (2551). กรอบความคิดและแนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 . กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- _____. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่2) พ.ศ.2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องและพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับพ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ร.ส.พ.
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กาญจนา คุณารักษ์. (2545). การออกแบบการเรียนการสอน. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). เทคโนโลยีทางการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กุสุมา แสงมาศ. (2555). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง บทประยุกต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนการสอนตามปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

กมลวรรณ ใจอารีย์ (2556). “ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่องปฏิกิริยาพันธู์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เจนณัฐ มิ่งศิริธรรม. (2554). “การบูรณาการวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการเรียนรู้ร่วมกัน.”

Veridian E-Journal, Silpakorn University 4, 1: 435-444 .

จิระ ดีช่วย. (2554). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มร่วมกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จุฬากร เมืองโคตร. (2555). “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง บทประยุกต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคำแหงประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรปราการ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2555). “ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตตพิสัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชมพูนุช วนสันเทียะ. (2552). “การศึกษาความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชวินิตบางเขน โดยใช้วิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชลธิชา ทับทวิ. (2554). “การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ” สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). **80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท แคนเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตคอร์ปอเรชั่น.
- ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). **เทคนิคและวิธีสอนร่วมสมัย**. กรุงเทพมหานคร: หลักพิมพ์.
- โชติมา หนูพริก. (2553). “การพัฒนาระบบประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. (2533). **เทคโนโลยีการสอน: การออกแบบและการพัฒนา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ณัฐพงศ์ วงศ์สุ่ย. (2552). “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดขอนแก่น.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาและการสอน(ประถมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ทศพล ดิกระจำง. (2555). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนด้วยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิสนา เขมมณี. (2554). **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- ธรรมภรณ์ ปักการ. (2553) “การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องลำดับและอนุกรมกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TAI.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ธัญญรัตน์ ธนรัตน์. (2554). “การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ชิตีมา อุดมพรมนตรี. (2555). “การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดลพบุรี สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาและสถิติทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ธีรรัตน์ สังห์รณ์. (2556). “ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ธีรเชษฐ์ เรื่องสูงอนันต์. (2554). “การศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่องเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการระดมสมอง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

นาฏยา วงศ์อินทรรัตน์. (2555). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ปฎิมา สิงห์สร. (2554). “ผลของการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เส้นด้ายที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ประจวบ แสงสีบบ. (2556). “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกับการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประเสริฐตันสกุล. (2551). **ทักษะประกอบตน**. เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2558. เข้าถึงได้จาก <http://www.Aspacngo.Org/unloads/events/jamming/6.pbf>

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.” **วารสารคณิตศาสตร์** 3, 8 (พฤศจิกายน – ธันวาคม): 73-75

บุญยงษ์ ภูลเพชร. (2552). “การศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พชรภมล เต็มใจ. (2554). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบซิปปาโมเดลกับการสอนแบบ 4 MAT.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงรัตน์ บุญญานุกรณ์. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

พัชรี ปิยภักดิ์. (2555). “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). เมตาคอกนิชันในวิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปส์แมเนจเม้นท์.

มนต์ชัย พงศกรนฤวงษ์. (2552). “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ศูนย์บริการวิชาการ. (2557). เอกสารประกอบการอบรมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช. (2537). ประมวลสาระวิชา สาระตะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-12. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช.

มณฑรา ธรรมบุศย์. (2551). การเรียนรู้ทักษะชีวิต. เข้าถึงเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2558. เข้าถึงได้จาก [http://www.Chandra.ac.th/teacher/All/mdra/date/pdf/Life-skill 1 L . pdf](http://www.Chandra.ac.th/teacher/All/mdra/date/pdf/Life-skill%201%20L.pdf)

มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). วิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. นครปฐม: ศูนย์วิจัยและพัฒนากการทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เยาวลักษณ์ ดุขขุนทด. (2555). “การศึกษาปัจจัยด้านรูปแบบการเรียนรู้และความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มกรุงเทพมหานครเหนือ สังกัดกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- รัชณี ทาเหล็ก. (2556). “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้นขนาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัชณี ภูพัชรกุล. (2551). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดและวิธีสอนแบบ ปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- วรรณวิสา จันทร์สุนทรพร. (2557). “การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรรณิภา กิยา. (2556). “ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของเด็กตามการรับรู้ของผู้ปกครอง.” สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรรณิ โสมประยูร. (2548) “รูปแบบการสอนกับวิธีสอน:ความสับสนในวงการศึกษ.” วารสารครุศาสตร์ 33, 3 (มีนาคม – มิถุนายน): 1 – 9
- วัชระ น้อยมี. (2551). “การพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบสืบสวน เรื่อง การให้เหตุผล และการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2555). **รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด.** นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. (2542). **การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท ตาตาพับลิเคชั่น จำกัด.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). **กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร. (2551) “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนให้รู้คิด(CGI)ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์การศึกษาคุุณภัณฑิตสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). **สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011** **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท แอดวานซ์พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด .

_____. (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. กรุงเทพมหานคร: สกสค.ลาดพร้าว.

_____. (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

_____. (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. กรุงเทพมหานคร: สกสค.ลาดพร้าว.

_____. (2555). **บทสรุปผลการวิจัย TIMSS 2011 (ด้านนักเรียนและครูผู้สอน) โดยโครงการวิจัยนานาชาติ TIMSS 2011**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

_____. (2557). **ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง**. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). “การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สันติ อธิพิณนาวกุล. (2550). “การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP (The Geometer’s Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวยระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สาลีณี เรืองจ้อย. (2554). “ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลาบเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สิริพร ทิพย์คง. (2544). **การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว.

- สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาระบบราชการและสังคมแห่งชาติ. (2554). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555 – 2559**. กรุงเทพมหานคร: มปท.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหา**. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาระบบการเรียนรู้. (2550). **การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาระบบการเรียนรู้.
- สุพักตรา สำราญสุข. (2552). “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: การวิเคราะห์กลุ่มพหุนาม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุพิน บุญชูวงศ์. (2532). **หลักการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต.
- สุภางค์ จันทวานิช. (2550). **วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุรัชย์ สาริพันธ์. (2553). “การพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุภชัย สุริยะกมล. (2551). “การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ โดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2545). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวลักษณ์ อัสวเทววิช และ วีรวิษ มามะศิรินันท์. (2551). **Five Mind for The Future**. กรุงเทพมหานคร: ธรรมกมลการพิมพ์.
- แสงจันทร์ วรณพันธ์. (2552). “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- หนึ่งฤทัย ชูแก้ว. (2556). “ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนการ์ตูนร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบSTAD เรื่องคู่อันดับและกราฟ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อ้อมฤดี แซ่มอบล. (2553). “ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดหกใบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อัญชลี มาลา. (2553). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวกลบคูณหารเศษส่วน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2553). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาทิตย์ อาจหาญ. (2547). “ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค และความสามารถในการแก้ปัญหา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ประยุกต์ 2 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ช่างอุตสาหกรรมสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4: การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ภาษาต่างประเทศ

- Ajose, S.A., and V.G. Joyner. (1990). **Cooperative Learning : The Rebirth of an Effective Teaching Strategy**. USA: Educational Horizons.
- Albanese, M.A. and Mitchell, S. (1993). "Problem-Based Learning: A Review of Literature on Its Outcomes and Implementation Issue." **Academic Medicine** 68 (January): 52-81.
- Anderson, T. P. (1997). **Using models of Instruction**. Englewood Cliffs, NJ : Education Technology Publications.
- Arends, R.I. (1998). **Learning to Teach**. 4th ed. Singapore: The McGraw-Hill.
- Ausubel, D. P. (1968). **Educational Psychology : A Cognitive View**. New York: Holt- Rinehart and Winston.
- Barell, John. (1998). **PBL An Inquiry Approach**. Illinois: Skylight Training and Publishing, Inc.
- Baroody , Arthur J. (1993). **Problem Solving , Reasoning , and Communicating , K-8 : Helping Children Think Mathematically** . New York: Merrill.
- Barrows, H.S. and R.M. Tamblyn. (1980). **Problem - Based Learning : An Approach to Medical Education**. New York. Springer
- Barrows, H.S. (1996). "Problem-Based Learning in medicine and Beyond : A Brief overview." in **Bringing Problem – Based Learning to Higher Education : Theory and Praticce**. Edited by wilkerson, Lu Ann and Gijseleers, Wim H (eds). San Francisco: Jossey – Bass.3-12
- Bell, F.H. (1981). **Teaching and Learning Mathematics in Secondary School**. Dubuque,Iowa : WM.C. Brown Company Publisher.
- Bell, Frederick H. (1978). **Teaching and Learning Mathematics (in Secondary School)**. Dubuque, Iowa: Wm.C. Brown Company Publishers.
- Billstein, R. (1987). **A Problem Solving Approach to Mathematics for Elementary School Teachers**. 3rd ed. Menlo ParkCalif: Benjamin/Cummings .
- Boud, D. and G. Feletti. (1997). **The Challenge of Problem-Based Learning**. (2 nded). London : Kogan Page.
- Bransford, J.D. and Stein,B.S. (1984). **The Case for Constructivist Classroom**. Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.

- Brookhart, S. (2010). **How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom.** Alexandria, VA: ASCD
- Bruner Lerome S. (1969). "The Process of Education." MassachusettaHaward University Process Cambridge.
- Campbell, D. T., and J.C. Stanley. (1963).**Experimental and quasi-experimental design for research.** Hope-Well, NJ: Houghton Mifflin.
- Carin, A.A. (1997). **Teaching Modern Science.** 7thed. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Charle, s. (1995). **Math.Mathematics Grade 3 Teacher's Edition.** New York: Houghton Mifflin Company.
- Coleman, M.R. (1995). "Problem-Based Learning: A New Approach for Teaching Gifted Student." **Gifted Today Magazine**18 (May-June 1995): 18-19.
- Creswell, J.W. and Plano V.L. Clark. (2011). **Design and conducting mixed research.** 2nd ed. California. CA: Sage.
- Davidson, D. (1984). " Learning Mathematics in Group Situation." **The Mathematics Teacher** 67 (February 1984): 101-106.
- De Cecco, John P. (1968). **The Psychology of Learning and Instruction : Educational Psychology.** New Jersey: Prentice – Hall.
- Dick,Walter, LouCarey, and Jame O. Carey.(2005). **The systematic Design of Instruction.** 6th ed. Boston.U.S.A.
- George W. Gagnon and Jr.and Michelle Collay. (2010). **Constructivist Learning Design.** Accessed Februry 18. Available from <http://www.prainbow.com/cld/cldp.html>.
- George E. Hein. (1991). **Constructivist Learning Theory.** Jerusalem Israel, Accessed October 15-22. Available from <http://www.exploratorium.edu/IFI/resources/constructivistlearning.html>
- Good, C.V. (1979). **Dictionary of Education.** 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- Herterberg, Latonya Joyce. (2005). " Evaluation of Problem Based Learning Practice Course : Do self- efficacy , Critical Thinking , and Assessment Skills Improve. " **Dissertation Abstracts International** 66, 1:347.
- Johnson, D.W., R.T. Johnson and E.J. Holubec. (1993). **Cooperation in the classroom.** Minesota: Interaction Book Company.

- Johnson, D. W. and F. Johnson. (2000). **Joining Together: Group Theory And Skills**. 7th Edition. Boston: Allyn & Bacon.
- Joyce, B., M. Weil, and E. Calhoun. (2009). **Model of Teaching**. 8th ed. London: Allyn and Bacon.
- Kagan, Spencer. (1995). **We Can Talk: Cooperative Learning in the Elementary ESL Classrooms**. Elementary Education Newsletter 17(2).
- Katwidun, Duanghathai. (2004). "Middle School Students Mathematic Dispositions in a Problem base Classroom." **Dissertation Abstracts International** 5, 65 (November):1708-A.
- Kemp, J.E. and Morrison, G.R., S.M.(1971) **Designing effective instruction**. New York: Macmillan,1994 Row.
- Kennedy and Tipps. (1994). **Guiding Children ' s Learning of Mathematics**. Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Kennedy, Leonard M. (1997). **Guiding Children's Learning of Mathematics**. Belmont , California : Wadsworth.
- Kevin, K. (2007). **Instruction to Instruction Design and ADDIE Model**. Accessed June 19. Available from [http:// www.e-learningguru.com/artcles/art_1.htm](http://www.e-learningguru.com/artcles/art_1.htm)
- Krulik, Stephen and Robert E. Reys. (1980). **Problem Solving in School Mathematics**. Reston , Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick. (1993). **Reasoning and Problem Solving** . A Handbook for Elementary School Teachers . Boston:Allyn and Bacon , Inc.
- Miller, Darcy. (1998). **Enhancing Adolescent Competence : Strategies for Classroom Management**. Washington : An International Thomson Publishing Company.
- Ministry of Education, Singapore. (2012). **Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus**. Singapore: the Ministry of Education.
- Moss A. Boudourides. (2010). **Constructivism and Education:A shopper's guide**. Accessed February 18. Available from <http://www.math.upatras.gr/~mboudour/articles/constr.html>.

- Nancy M. Moore. (2005). "CONSTRUCTIVISM USING GROUP WORK AND THE IMPACT ON SELF-EFFICACY, INTRINSIC MOTIVATION, AND GROUP WORK SKILLS ON MIDDLE-SCHOOL MATHEMATICS STUDENTS ." A Dissertation Presented in Partial Fulfillment Of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy, Capella University .
- National Council of Teacher of Mathematics. (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: Author.
- Neil Davidson. (1990). **Cooperative Learning in Mathematics**. USA: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- .O' Donohue, William., and Krasner, Leonard. (1995). **Problem Solving Skill**. Handbook of Psychological Skills Training : Clinical Techniques and Applications. Boston : Allyn Bacon.
- Piaget .J. (1977). **The Origin of Intelligence in the Child**. Translated by Margaret Cook. States of America : Published in Penguin Education.
- Polya, George. (1957). **How to Solve it** . New Jersey: Princeton University Press .
- Race, Phil. (1994). **500 Tips for Students**. Oxford: Blackwell Published.
- Ridvan TUNCEL. (2009). **The Effect of Short Story Reading through Constructivist Activities on Language of Primary School students**. Accessed February 18. Available from http://www.sosyalarastirmalar.com/cilt2/sayi6pdf/tuncel_ridvan.pdf
- Ronald J. Bonnsetter.(2010). **A Constructivist Approach to Science Teacher Preparation**. Accessed February 18. Available from <http://scied.unl.edu/pages/preser/sec/articles/construct.html>
- Saylor, J.G. and J Galen. (1981). **Curriculum Planning for Better Teaching and Learning**. New York : Holt,Rinehart and Winston.
- Schmidt, Henk G. (1993). "The Rational Behind Problem Based Learning." **Medical Education** 17: 11-16.
- Singhanat Nomnian. (2010). **Constructivism : Theory and Its Application to Language Teaching**. Accessed February 18. Available from http://www.sc.mahidol.ac.th/sc/sg/sllt/Constructivism__singhanart_.pdf.
- Slavin, R.E. (1990). **Theory, Research and Practice**. Englewood Cliffs,N.J. : Prentice – Hall.

- Spiegler, Michael D., and David C. Guevremont. (1998). **Contemporary Behavior Therapy**. 3rd ed. New York : Brooks / Cole.
- Susan M. Brookhart. (2010). **How to assess higher-order thinking skills in your classroom**. Virginia : ASCD.
- The Ontario Curriculum, Mathematics.(2005). **The Ontario Curriculum Grades 1-8 Mathematics**. Accessed February 18. Available from <https://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/.../math18curr>.
- Theresa L. Hill.(2012). “Implementing Constructivist Mathematics Methods in the Elementary Classroom ” Doctoral Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Education Teacher as Leader , Walden University.
- Thomas David Wright, Jr.(2009). “Investigating Teachers’ Perspectives on the Impact of the Lesson Study Process on Their Mathematical Content Knowledge, Pedagogical Knowledge, and the Potential for Student Achievement ” Doctoral Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Curriculum and Instruction Mathematics Education , University of New Orleans .
- Vygotsky, L. (1978). **Mind in society: The developmental of higher psychological process**. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Wiggins, G. and J. Mc Tighe. (2005). **Understanding by Design**. (Expanded 2nd Ed. USA). Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development.
- William R. Warrick. (2010). **Constructivism : Pre-historical to Post-modern**. Accessed February 18. Available from <http://mason.gmu.edu/~wwarrick/Portfolio/Products/constructivism.html>
- Wing, J. and L. Putney. (2002). **A vision of Vygotsky**. Boston: Allyn & Bacon.
- Wood, D., J. Bruner and G. Ross. (1976). “The role of tutoring in problem-solving.” **Journal of Child Psychology and Psychiatry** 17, 2:89-100.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอน

ที่	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน	ด้านที่เชี่ยวชาญ
1	ศาสตราจารย์(พิเศษ) ดร. กาญจนา คุณารักษ์	ข้าราชการบำนาญ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	ด้านรูปแบบการเรียนการสอน
2	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	ด้านหลักสูตรและวิธีสอน
3	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ	โรงเรียนสาธิต แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	ด้านรูปแบบการเรียนการสอน
4	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน มิตร	ด้านวิจัย การวัดและการ ประเมินผล
5	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขมนาด เชื้อสุวรรณทวี	โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสาน มิตร	ด้านการสอนคณิตศาสตร์
6	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญภูมิ	โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน	ด้านการสอนคณิตศาสตร์
7	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรัณย์พล วิวรรธมมงคล	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี	ด้านหลักสูตรและวิธีสอน
8	อาจารย์ ดร.กฤษณะ โสภุมมา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง	ด้านการสอนคณิตศาสตร์
9	อาจารย์ ดร.มนต์ชัย พงศกรณฤงษ์	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม	ด้านวิจัย การวัดและการ ประเมินผล
10	อาจารย์ ดร.จิระ ดีช่วย	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร	ด้านรูปแบบการเรียนการสอน
11	อาจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม	โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์(มหาชน)	ด้านรูปแบบการเรียนการสอน
12	อาจารย์ ดร.ถาวรณ สกุลกรณาอารีย์	ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนสุพรรณภูมิ	ด้านหลักสูตรและวิธีสอน

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน	ด้านที่เชี่ยวชาญ
1	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร	ด้านวิจัย การวัดและ การประเมินผล
2	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กรัณย์พล วิวรรณมงคล	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี	ด้านหลักสูตรและวิธี สอน
3	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี	โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร	ด้านการสอน คณิตศาสตร์
4	อาจารย์ ดร.กฤษณะ โสขุมมา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอม บึง	ด้านการสอน คณิตศาสตร์
5	อาจารย์มานัส ทิพย์สัมฤทธิ์กุล	ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนสงวนหญิง	ด้านการสอน คณิตศาสตร์





ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน

ตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมนวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P Model)

แผนการจัดการเรียนการสอน หน่วยที่ 1 เรื่องทศนิยม

แผนที่ 1 เรื่อง การอ่านและการเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องทศนิยมชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 4 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- ค 1.1 ป.5/1 เขียนและอ่านทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง
- ค 6.1 ป.5/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
- ค 6.1 ป.5/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
- ค 6.1 ป.5/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

เป้าหมาย

1. ด้านความรู้
 - 1.1 สามารถเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้
 - 1.2 สามารถอ่านทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้
 - 1.3 สามารถเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้
2. ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 มีความสามารถในการให้เหตุผล
 - 2.2 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ
 - 2.3 มีความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 3.1 นักเรียนมีคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้
 - 3.2 นักเรียนมีคุณลักษณะมุ่งมั่นในการทำงาน

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1. เลขโดดหลังจุดทศนิยมตัวแรก เรียกว่า ทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่ง เลขโดดหลังจุดทศนิยมตัวที่สองเรียกว่า ทศนิยมตำแหน่งที่สอง

2. การอ่านจำนวนที่มีจุดทศนิยม ตัวเลขหน้าจุดทศนิยม อ่านแบบจำนวนนับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยม อ่านแบบเรียงตัว เช่น 13.45 อ่านว่า สิบสามจุดสี่ห้า

3. การเขียนจำนวนที่มีจุดทศนิยม ข้อความหน้าจุดทศนิยม เขียนแบบจำนวนนับ ข้อความหลังจุดทศนิยมเขียนแบบเรียงตัว เช่น สามพันยี่สิบเอ็ดจุดหกสี่ เขียนว่า 3,021.64

4. ทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง ตัวเลขหน้าจุดทศนิยมแสดงถึงจำนวนเต็ม ส่วนตัวเลขหลังจุดทศนิยมแสดงจำนวนว่าเป็นกี่ส่วนใน 10 ส่วนที่เท่ากัน

5. ทศนิยมสองตำแหน่ง ตัวเลขหน้าจุดทศนิยมแสดงถึงจำนวนเต็ม ส่วนตัวเลขหลังจุดทศนิยมแสดงจำนวนว่าเป็นกี่ส่วนใน 100 ส่วนที่เท่ากัน

6. จำนวนนับสามารถเขียนในรูปทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง โดยเติมจุดทศนิยมและ 0 หนึ่งตัวต่อท้ายจำนวนนับ

7. จำนวนนับสามารถเขียนในรูปทศนิยมสองตำแหน่ง โดยเติมจุดทศนิยมและ 0 สองตัวต่อท้ายจำนวนนับ

คำถามสำคัญในการเรียนรู้

1. ทศนิยมสองตำแหน่งคืออะไร
2. การอ่านจำนวนที่เป็นทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งมีหลักการอ่านอย่างไร
3. การเขียนจำนวนให้เป็นทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งมีหลักการเขียนอย่างไร
4. การเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งมีหลักการเขียนอย่างไร

หลักฐานการเรียนรู้

ชิ้นงาน/ภาระงาน/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยการ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากผลการประเมินกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ที่ประเมินในแผนการจัดการเรียนการ สอน	-	ค่าเฉลี่ยของผลรวม ผลประเมิน กระบวนการทาง คณิตศาสตร์
2. ประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการ สื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ โดยการ พิจารณาจากการสรุปมโนทัศน์ จากการเขียน แผนผังความคิดในรายกลุ่มในกระดาษพรูฟและ ใบงานที่ 4	แบบประเมินการ สรุปมโนทัศน์และ การสื่อสาร สื่อ ความหมายและการ นำเสนอ	เกณฑ์การตัดสิน ความสามารถในการ สรุปมโนทัศน์และ การสื่อสาร สื่อ ความหมายและการ นำเสนอ
3. ประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การ ให้เหตุผล โดยพิจารณาจากใบงานที่ 5 ตอนที่ 1 – 3 และใบงานที่ 7 ตอนที่ 1-3	แบบประเมินการให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การตัดสิน ความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. ประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยพิจารณาจากใบงาน ที่ 5 ตอนที่ 4 และใบงานที่ 7 ตอนที่ 4	แบบประเมิน ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	เกณฑ์การตัดสิน ความสามารถ ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์
5. ประเมินประสิทธิภาพในการทำงานกลุ่ม โดย พิจารณาจากผลการประเมินตนเองของนักเรียน จากใบงานที่ 6 รวมถึงการสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม โดยครูเป็นผู้ประเมิน	แบบประเมินตนเอง เรื่องประสิทธิภาพ การทำงานกลุ่ม	เกณฑ์การตัดสิน ประสิทธิภาพการ ทำงานกลุ่ม
6. ประเมินคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ โดยพิจารณาจาก ผลการประเมินตนเองของนักเรียนจากใบงานที่ 7	แบบประเมินตนเอง เรื่อง เรื่องใฝ่เรียนรู้	เกณฑ์การตัดสิน คุณลักษณะใฝ่เรียนรู้
7. ประเมินคุณลักษณะมุ่งมั่นในการทำงาน โดย พิจารณาจากผลการประเมินตนเองของนักเรียน จากใบงานที่ 8	แบบประเมินตนเอง เรื่องมุ่งมั่นในการ ทำงาน	เกณฑ์การตัดสิน คุณลักษณะมุ่งมั่นใน การทำงาน

เนื้อหา/สาระ

1. เขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง
2. อ่านทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง
3. การทำจำนวนนับให้เป็นทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง
4. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่
 - 4.1 การให้เหตุผล
 - 4.2 การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ
 - 4.3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparing : P)

ผู้สอนสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เชิงบวก จัดนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คนที่คละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสามารถเก่ง:ปานกลาง:อ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1 และอธิบายบทบาทของการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. จัดโต๊ะเรียนของนักเรียนให้มีลักษณะของการเรียนรู้เป็นกลุ่ม
3. จัดนักเรียนเข้ากลุ่มกลุ่มละ 4 คนที่คละความสามารถด้านการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้อัตราส่วน 1 : 2 : 1 โดยการที่ครูเป็นผู้จัดกลุ่มนักเรียนให้
4. ชี้แจงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน

ขั้นที่ 2 มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการเรียน: (Participating : P)

เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นให้กับนักเรียนทั้งชั้น โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) โดยนำเสนอปัญหา/สถานการณ์ที่นักเรียนมีประสบการณ์หรือในโลกแห่งความเป็นจริง ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อให้

นักเรียนเกิดความสงสัย อยากหาคำตอบที่ถูกต้อง แล้วนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกันภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างครูกับนักเรียนโดยดำเนินการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์/ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง มาใช้เป็นปัญหากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยเพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน

ตัวอย่างสถานการณ์/ปัญหา

ชื่อสถานการณ์ “ เหตุเกิดที่ห้างสรรพสินค้า ”

ในช่วงเทศกาลสงกรานต์ เก่ง แก้ว และกล้า ได้มีโอกาสไปซื้อของในห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี เด็กทั้งสามคน เมื่อไปถึงในห้างสรรพสินค้า ก็ออกเดินดูสินค้าต่างๆ เก่งสังเกตเห็นว่า ที่ชั้นวางสินค้าจะมีป้ายบอกราคาสินค้าต่างๆ ที่เขียนเป็นทศนิยมจำนวนมาก จึงเรียก แก้วและกล้า มาดูและให้ช่วยอ่านราคาของสินค้าที่ตนเองสนใจ

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. นมกล่องราคาแพ็ค ละ 57.25 บาท | 2. ปากกา ด้ามละ 5.50 บาท |
| 3. ถุงเท้าราคาคู่ละ 21.00 บาท | |

2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อทำความเข้าใจปัญหาและนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยการตอบคำถามต่อไปนี้

- 2.1 เก่งเกิดปัญหาเรื่องอะไร (ราคาสินค้าแต่ละชนิดอ่านว่าอะไร)
- 2.2 เก่ง เรียกแก้วและกล้าให้มาช่วยเหลือเรื่องอะไร (อ่านราคาสินค้าแต่ละชนิด)
- 2.3 สถานการณ์กำหนดอะไรมาให้บ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

(1. นมกล่องราคาแพ็ค ละ 57.25 บาท 2. ปากกา ด้ามละ 5.50 บาท

3. ถุงเท้าราคาคู่ละ 21.00 บาท)

2.4 ถ้านักเรียนเป็น แก้วและกล้า นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องอะไรจึงจะช่วยแก้ปัญหาของเก่งได้(หลักการอ่านทศนิยม)

2.5 ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ แล้วเขียนเป้าหมายการเรียนรู้ติดไว้ในห้องเรียน

(1. สามารถเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้ 2. สามารถอ่านทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้ 3. สามารถเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้)

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ทบทวนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น (Processing :P)

ครูวินิจฉัยมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ด้วยวิธีการทดสอบ/ซักถาม/อภิปราย จากนั้นดำเนินการแก้ไข/ทบทวนมโนทัศน์พื้นฐานและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้แก่นักเรียนโดยการจัดกิจกรรมต่อไปนี้

1. ทบทวนมโนทัศน์พื้นฐาน เรื่อง การอ่านการเขียนทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง และการเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง โดยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำ กิจกรรมในใบงานที่ 1

2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยกิจกรรมในใบงานที่ 1

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ในเรื่องต่อไปนี้

3.1 ทศนิยมหนึ่งตำแหน่งคืออะไร(มีเลขโดดหลังจุดทศนิยมจำนวน 1 ตัว)

3.2 ทศนิยมหนึ่งตำแหน่งมีหลักการในการอ่านอย่างไร(ตัวเลขหน้าจุดทศนิยม อ่านแบบจำนวนนับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยมอ่านแบบเรียงตัว)

3.3 จำนวนนับทำให้เป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่งได้อย่างไร(โดยการเติมจุดทศนิยมและ 0 หนึ่งตัวต่อท้าย)

4. ครูจัดกิจกรรมให้ความรู้เรื่อง 1) การให้เหตุผล 2) การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ 3) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์(ประเภทความคิดยืดหยุ่น) โดยใช้มโนทัศน์เรื่องการอ่านและการเขียนทศนิยมหนึ่งตำแหน่งและการเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง โดยการจัดกิจกรรมต่อไปนี้

4.1 การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ กระบวนการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดย

4.1.1 ครูยกตัวอย่างจำนวนที่เป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง 3 – 5 จำนวน แล้วให้นักเรียนช่วยกันเขียนคำอ่านของทศนิยมที่ครูกำหนดให้

4.1.2 ให้นักเรียนสังเกต คำอ่านของทศนิยม และหาลักษณะร่วมของคำอ่านนั้น แล้วช่วยกันสรุปเป็นหลักการอ่าน

4.1.3 ครูแนะนำให้นักเรียนเข้าใจลักษณะของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย โดยใช้ผลการจัดกิจกรรมข้อ 1-2 ประกอบการอธิบาย

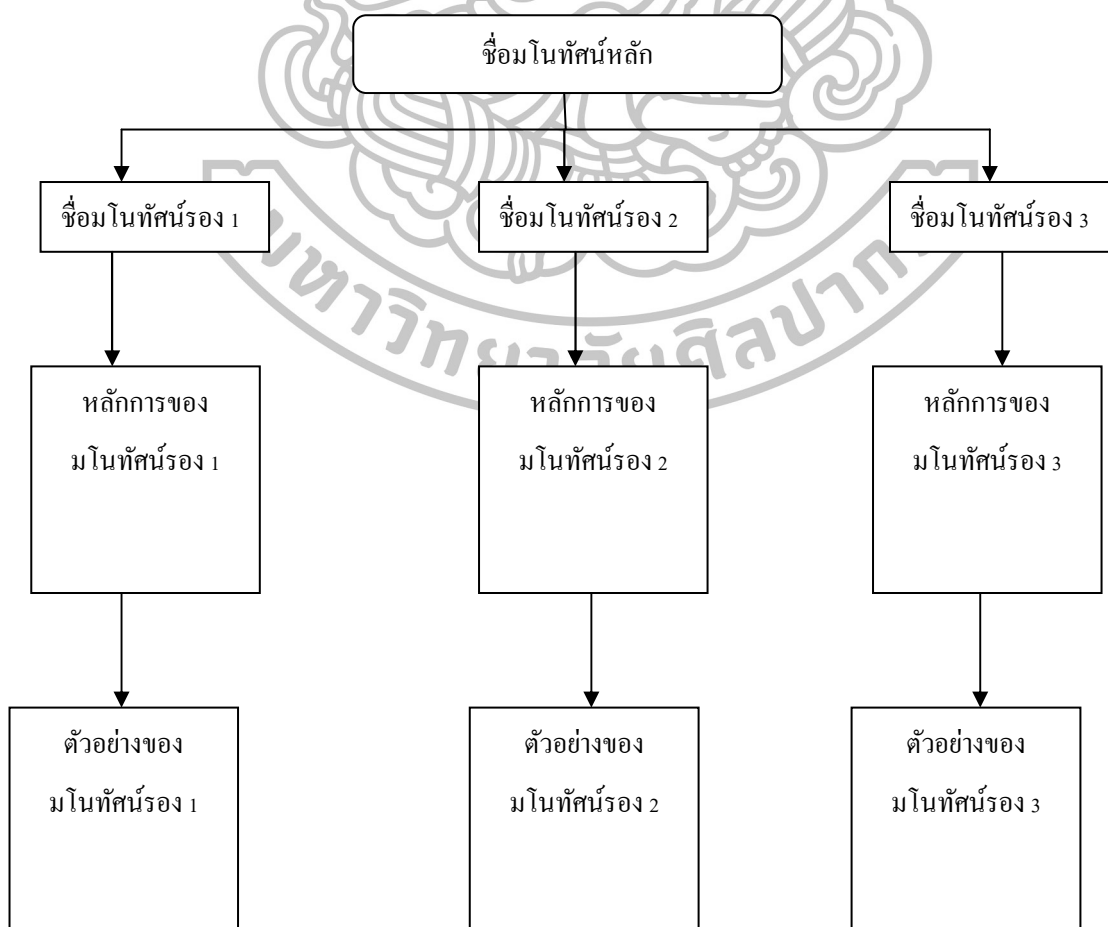
0.7	อ่านว่า	ศูนย์ จุด เจ็ด
3.4	อ่านว่า	สาม จุด สี่
51.2	อ่านว่า	ห้าสิบเอ็ด จุด สอง
268.9	อ่านว่า	สองร้อยหกสิบแปด จุด เก้า

จากตัวอย่างข้างต้น สรุปเป็นหลักการอ่านทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง ได้ว่า
 หลักการอ่านทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง คือ ตัวเลขหน้าจุดทศนิยม อ่านแบบจำนวน
 นับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยมอ่านแบบเรียงตัว

(การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง วิธีการให้
 เหตุผลของข้อสรุปที่เกิดจากการ ศึกษา/สังเกต หรือทดลองหลายๆครั้ง จากกรณีย่อยๆแล้วนำมาสู่
 การลงข้อสรุปเป็นความรู้)

4.2 การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ โดย

4.2.1 ให้ความรู้เรื่องการสรุปมโนทัศน์ โดยการเขียนแผนผังความคิด



4.2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันนำข้อสรุปของมโนทัศน์ในข้อ 3.3 มาเขียนสรุปเป็นผังความคิดลงในกระดาษพู่กัน

4.2.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผังความคิดติดตามผนังห้องเรียน แล้วให้นักเรียนเดินดูผลงานของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสรุปมโนทัศน์โดยการเขียนเป็นผังความคิด

4.3 การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประเภทการคิดยืดหยุ่น โดยจัดกิจกรรมดังนี้

4.3.1 ให้นักเรียนยกตัวอย่างทศนิยมหนึ่งตำแหน่งคนละ 1 จำนวนแล้วครูจดบันทึกคำตอบของนักเรียนบนกระดานดำ

4.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันจัดกลุ่มของทศนิยม ที่ยกตัวอย่าง ออกเป็นกลุ่มๆ เช่น

- กลุ่มที่ 1 จำนวนนับไม่ถึง 10 ในรูปทศนิยม เช่น 3.0 , 4.0 5.0
 กลุ่มที่ 2 จำนวนนับตั้งแต่ 10 ขึ้นไปในรูปทศนิยม เช่น 13.0 , 51.0 ,100.0
 กลุ่มที่ 3 ทศนิยมหนึ่งตำแหน่งที่น้อยกว่า 1 เช่น 0.7 , 0.9
 กลุ่มที่ 4 ทศนิยมหนึ่งตำแหน่งที่มากกว่า 1 เช่น 1.7 , 3.9

4.3.3 ครูให้ความรู้กับนักเรียนว่า ความคิดยืดหยุ่นเป็นลักษณะของความคิดที่มีรูปแบบของความคิดในเรื่องเดียวกันแต่แสดงออกได้ในหลายลักษณะ ดังตัวอย่างที่ยกให้ เป็นการพูดถึงทศนิยมไม่เกินหนึ่งตำแหน่งเหมือนกัน แต่มีกลุ่มความคิดของเรื่องเดียวกันที่แสดงออกมากถึง 4 ลักษณะหากนักเรียนมีลักษณะของการคิดในเรื่องเดียวกันได้มาก แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดยืดหยุ่นได้มากด้วย

4.3.4 ให้นักเรียนยกตัวอย่างทศนิยมไม่เกิน 1 ตำแหน่ง 10 จำนวน แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์คำตอบที่นักเรียนยกตัวอย่างว่ามีลักษณะของการคิด ก็ลักษณะ

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 4 นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ (Presenting: P)

ครูกระตุ้นให้นักเรียน เรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ที่ต่อเนื่องจากมโนทัศน์เดิม โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ภายใต้กระบวนการกลุ่มย่อย จนนำไปสู่การสรุป/นำเสนอ มโนทัศน์ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเป้าหมายในการเรียนรู้ที่ ตามที่ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 2

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการสืบเสาะหาความรู้ โดยการร่วมกันวางแผนการเรียนรู้ ในใบงานที่ 2

3. นักเรียนแต่ละคนลงมือสืบเสาะหาความรู้ตามประเด็นที่แต่ละกลุ่มวางแผนเป็นรายบุคคล โดยการศึกษาเอกสารความรู้ จากแหล่งข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ และบันทึกผลการสืบเสาะหาความรู้ลงในใบงานที่ 3 โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรมประมาณ 15 นาที

4. นักเรียนแต่ละคนเข้าประจำกลุ่มและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่องที่เรียนกับสมาชิกภายในกลุ่ม

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปมโนทัศน์ใหม่ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ โดยการเขียนมโนทัศน์ใหม่ในรูปแบบผังความคิดลงในกระดาษพวงฟ แล้วนำไปติดที่ฝาผนังห้องเรียน

6. ให้นักเรียนแต่ละคนเดินดูผังความคิดของแต่ละกลุ่ม

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ร่วมกัน โดยให้ครอบคลุมคำถามสำคัญในการเรียนรู้ 3 คำถาม

8. นักเรียนแต่ละคนสรุปมโนทัศน์ใหม่ที่ได้ด้วยตนเอง ในรูปของการเขียนแผนผังความคิดลงในใบงานที่ 4

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 5 ฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ (Practicing : P)

ครูกำหนดปัญหา/สถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ ให้นักเรียนร่วมกันลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และรายบุคคล ครอบคลุม กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ในแผนการเรียนการสอน โดยจัดกิจกรรมดังนี้

1. นำสถานการณ์ “ เหตุเกิดที่ห้างสรรพสินค้า ” มาให้นักเรียนร่วมกันเฉลย
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการฝึกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในใบงานที่ 5 โดยการให้นักเรียนจับคู่กันในการทำใบงาน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 5 และ สุ่มเก็บใบงานกลุ่มละ 1 ฉบับ เพื่อนำมาใช้เป็นผลประเมินด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของตนเอง โดยใช้แบบประเมินการทำงานกลุ่มตามใบงานที่ 6 ร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน โดยครูผู้สอน เพื่อนำไปสู่การตัดสินผลการทำงานกลุ่มของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

5. ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนการสอนตามใบงานที่ 7 – 8

6. ให้นักเรียนฝึกทักษะเป็นรายบุคคลโดยการทำใบงานที่ 9 (หากเวลาไม่พอ ให้นักเรียนนำไปทำเป็นการบ้าน) แล้วประเมินผลด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เอกสารประกอบการค้นคว้าเรื่องทศนิยม
3. ใบกิจกรรม
4. ใบงาน
5. ตัวอย่างสถานการณ์/ปัญหา

บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

- 1) ผลด้านการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

.....

.....

- 2) ผลด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

.....

.....

- 3) ผลด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

.....

.....

- 4) ผลด้านกระบวนการทำงานกลุ่มที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

.....

.....

- 5) อื่นๆ

.....

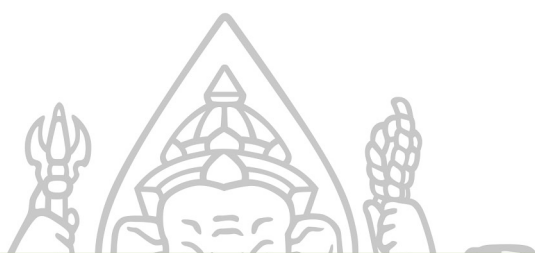
.....



ภาคผนวก

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1





เอกสาร

ประกอบการจัดการเรียนการสอน ชั่วโมงที่ 1



ความรู้สำหรับครู

วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1. เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยมีวิธีการจัดกลุ่มตามเงื่อนไขที่ครูกำหนด
2. ในการเรียนการสอนมุ่งประเมิน เรื่อง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และการทำงานกลุ่มซึ่งนำผลจากการทำงานกลุ่มและการปฏิบัติรวบรวมนมาเป็นเกณฑ์ในการประเมินนักเรียนแต่ละบุคคล
3. นักเรียนและครูร่วมกันกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ
4. กิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนต้องเป็นผู้ศึกษาหาความรู้ แล้วนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จนนำไปสู่การเขียนผังความคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนได้
5. นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆตามเงื่อนไขที่กำหนด

วิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มการเรียนรู้

การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ดังนั้นวิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อการเรียนรู้จึงมีความสำคัญ โดยวิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มการเรียนรู้ควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ครูผู้สอนควรเรียงลำดับนักเรียนตามความสามารถด้านคณิตศาสตร์ตั้งแต่นักเรียนที่มีความสามารถสูงที่สุดไปหานักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุด
2. แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มเรียงลำดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 เพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม
3. ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการเรียนการสอน ควรจัดนักเรียนเข้ากลุ่มกลุ่มละ 4 คนที่ละความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ในอัตราส่วน 1:2:1
4. วิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม ให้อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน ซึ่งอาจเป็นการจัดกลุ่มโดยเป็นผู้กำหนดเอง หรือให้นักเรียนแต่ละระดับความสามารถเลือกเข้ากลุ่มตามความสมัครใจ หรือใช้วิธีการอื่นๆในการเข้ากลุ่ม เช่นการจับฉลาก การเล่นเกมเพื่อเข้ากลุ่ม เป็นต้น
5. การเปลี่ยนกลุ่มของนักเรียนขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน ซึ่งอาจเปลี่ยนกลุ่มทุกแผนการเรียนการสอน เปลี่ยนกลุ่มทุกครั้งที่เรียนจบทุกตัวชี้วัด หรือเปลี่ยนกลุ่มทุกสัปดาห์ เป็นต้น

บทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม

ในการเรียนรู้เป็นกลุ่ม เมื่อนักเรียนเข้าประจำกลุ่มแล้วนักเรียนควรดำเนินการดังนี้

1. เลือกหัวหน้ากลุ่ม จำนวน 1 คน และเลขากลุ่ม จำนวน 1 คน
2. หัวหน้ากลุ่มมีหน้าที่ในการเป็นผู้นำกลุ่มในการดำเนินการ ต่อไปนี้
 - 2.1 การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้
 - 2.2 แบ่งหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มในการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 เป็นผู้นำในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่องที่สมาชิกแต่ละคนไปศึกษาภายในกลุ่ม
 - 2.4 เป็นผู้นำในการสรุปมโนทัศน์
 - 2.5 เป็นผู้นำในการนำสมาชิกภายในกลุ่มปฏิบัติงาน ตามใบงานที่กำหนด
3. เลขากลุ่ม มีหน้าที่ในการจัดบันทึกการแบ่งงานของกลุ่ม
4. สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกัน ดำเนินการดังนี้
 - 4.1 กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้จากสถานการณ์/ปัญหาที่กำหนด และเขียนเป้าหมาย

นั้นเป็นข้อสรุปของกลุ่มลงในใบกิจกรรมที่ 1

- 4.2 วางแผนแบ่งหน้าที่กันเพื่อไปสืบเสาะหาความรู้ตามที่กำหนด
- 4.3 สมาชิกแต่ละคนลงมือสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ครูจัดเตรียมให้ และจัดบันทึกความรู้ลงในใบงานที่ 2
- 4.4 สมาชิกแต่ละคนนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม
- 4.5 สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันสรุปมโนทัศน์ของกลุ่มแล้วนำเสนอในรูปแบบของแผนผังความคิด
- 4.6 ส่งตัวแทนนำเสนอ มโนทัศน์ของกลุ่ม
- 4.7 รับฟังความคิดเห็นของการนำเสนอ มโนทัศน์แต่ละกลุ่มและข้อเสนอแนะ

เพิ่มเติมจากครู

- 4.8 สมาชิกแต่ละคนเขียนสรุปมโนทัศน์ด้วยภาษาของตนเอง โดยการนำเสนอเป็น

ผังความคิด

- 4.9 สมาชิกแต่ละกลุ่มนำมโนทัศน์ใหม่ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งเป็นรายกลุ่ม

และรายบุคคล



เอกสาร

ประกอบการจัดการเรียนการสอน ชั่วโมงที่ 2

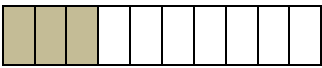

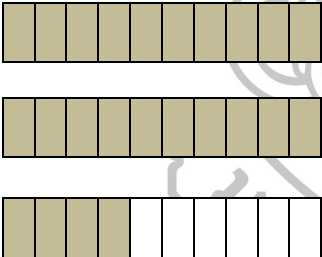

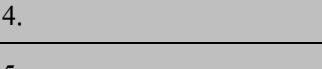
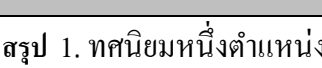


ใบงานที่ 1 การทบทวนความรู้เรื่อง

การอ่านและการเขียนทศนิยมหนึ่งตำแหน่งและการเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง

กลุ่มที่

คำอธิบาย ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

รูปที่กำหนดให้	จำนวน ส่วนที่ระบายสี	เขียนในรูป ทศนิยม	เขียนเป็นตัวหนังสือ
ตัวอย่าง 	สามส่วนในสิบส่วน ที่เท่ากัน	0.3	ศูนย์ จุด สาม
1. 	เจ็ดส่วนในสิบส่วน ที่เท่ากัน	...0.7.....ศูนย์ จุด เจ็ด.....
2. 	สองรูปกับอีกสี่ส่วน ในสิบส่วนเท่ากัน	... 2.4สอง จุด สี่.....
3. 	สิบห้ารูปกับอีก หนึ่งส่วนในสิบ ส่วนเท่ากัน	... 15.1สิบห้า จุด หนึ่ง.....
4. 	หกสิบรูป	... 60.0หกสิบ จุด ศูนย์.....
5. 	สองร้อยห้ารูป	...205.0...สองร้อยห้า จุด ศูนย์.....
สรุป 1. ทศนิยมหนึ่งตำแหน่งมีลักษณะอย่างไร ตอบมีเลขโดดหลังจุดทศนิยมจำนวน 1 ตัว.....			
2. ทศนิยมหนึ่งตำแหน่งมีหลักการอ่านอย่างไร ตอบ ...ตัวเลขหน้าจุดทศนิยม อ่านแบบจำนวนนับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยมอ่านแบบเรียงตัว...			
3. จำนวนนับทำให้เป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่งได้อย่างไร ตอบ โดยการเติมจุดทศนิยมและ 0 หนึ่งตัวต่อท้าย.....			



เอกสาร

ประกอบการจัดการเรียนการสอน ชั่วโมงที่ 3



ใบงานที่ 2

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคัดเลือกหัวหน้าและเลขากลุ่ม แล้วเขียนชื่อสมาชิกภายในกลุ่ม
กลุ่มที่

สมาชิก	1.....	หัวหน้ากลุ่ม
	2.....	
	3.....	
	4.....	เลขากลุ่ม

ตอนที่ 2 คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเป้าหมายของการเรียนรู้ลงในช่องว่างที่กำหนดให้

เป้าหมายในการเรียน คือ

- 1.....(สามารถเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้).....
- 2.....(สามารถอ่านทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้).....
- 3.....(สามารถเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งได้).....

ตอนที่ 3 คำชี้แจง จากเป้าหมายในการเรียนรู้ ให้นักเรียนวางแผนการสืบเสาะหาความรู้โดยการเขียนชื่อ
เรื่องที่ศึกษาและบอกวิธีการศึกษาว่าในกลุ่มวางแผนการศึกษาไว้อย่างไร

การวางแผนการเรียนรู้

เรื่องที่ต้งศึกษา	วิธีการในการศึกษา
1.	
2.	
3.	
4.	



ขอให้เพื่อนๆ ในกลุ่มร่วมมือกันในการทำงานกลุ่มนะครับ

ใบงานที่ 3

บันทึกผลการสืบเสาะหาความรู้ (รายบุคคล)

ชื่อ - นามสกุล

คำชี้แจง เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมาย เรื่องในการสืบเสาะหาความรู้แล้ว ให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้จากเอกสารต่างๆที่จัดเตรียมไว้ แล้วจดบันทึกตัวความรู้ พร้อมยกตัวอย่างประกอบตัวความรู้นั้นลงในใบงานนี้ (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที) จากนั้นนำความรู้ที่ได้ไปอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟังเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่นักเรียนได้จดบันทึกมา

เรื่อง

มโนทัศน์

.....

ตัวอย่าง

.....

เรื่อง

มโนทัศน์

.....

ตัวอย่าง

.....

เรื่อง

มโนทัศน์

.....

.....

ตัวอย่าง

.....

เรื่อง

มโนทัศน์

.....

.....

ตัวอย่าง

.....

ในการจัดบันทึกความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละเรื่อง เพื่อนต้องตอบคำถามสำคัญ 3 ข้อ คือ

- 1) เรื่องที่ไปหาความรู้ คือเรื่องอะไร
- 2) มีมโนทัศน์ว่าอะไร
- 3) ยกตัวอย่างประกอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น



ใบงานที่ 4

การสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ชื่อ - นามสกุล

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยการเขียนเป็นแผนผังความคิด ให้ครอบคลุม
เป้าหมายในการเรียนรู้ (ใช้เวลา 15 นาที)





เอกสาร

ประกอบการจัดการเรียนการสอน ชั่วโมงที่ 4



ใบงานที่ 5	
เรื่อง การอ่าน การเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง และการเขียนจำนวนนับในรูปทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง	
กลุ่มที่	
คำอธิบาย ให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้ ลงในช่องว่างที่กำหนดให้	
ประเมินกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
<p>ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเขียนคำอ่านของจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ แล้วสรุปมโนทัศน์เรื่องหลักการอ่านทศนิยม</p> <p>1) 0.38 อ่านว่า ศูนย์ จุด สาม แแปด.....</p> <p>2) 61.02 อ่านว่า หกสิบเอ็ด จุด ศูนย์ สอง.....</p> <p>3) 438.91 อ่านว่า สี่ร้อยสามสิบแปด จุด เก้าหนึ่ง.....</p> <p>จากการอ่านทศนิยมทั้ง 3 ข้อ นำไปสู่การสรุปมโนทัศน์เรื่องหลักการอ่านทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง ได้ว่า การอ่านจำนวนที่มีจุดทศนิยม ตัวเลขหน้าจุดทศนิยม อ่านแบบจำนวนนับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยม อ่านแบบเรียงตัว</p>	
<p>ตอนที่ 2 จากคำอ่านที่กำหนดให้ ให้นักเรียนเขียนเป็นจำนวนที่เป็นทศนิยม แล้วสรุปมโนทัศน์เรื่องหลักการเขียนจำนวนที่เป็นทศนิยม</p> <p>1) ศูนย์ จุด สี่ เจ็ด เขียนในรูปทศนิยม คือ.....0.47.....</p> <p>2) สิบหก จุด ศูนย์ หนึ่ง เขียนในรูปทศนิยม คือ.....16.01.....</p> <p>3) สามพันห้าสิบเอ็ด จุด เก้า แแปด เขียนในรูปทศนิยม คือ.....3,051.98.....</p> <p>จากการเขียนทศนิยมทั้ง 3 ข้อ นำไปสู่การสรุปมโนทัศน์เรื่องหลักการเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง ได้ว่า การเขียนจำนวนที่มีจุดทศนิยม ตัวเลขหน้าจุดทศนิยม เขียนแบบจำนวนนับ ตัวเลขหลังจุดทศนิยม เขียนแบบเรียงตัว</p>	
<p>ตอนที่ 3 ให้นักเรียนเขียนจำนวนนับที่กำหนดให้อยู่ในรูปทศนิยมสองตำแหน่ง แล้วสรุปมโนทัศน์เรื่อง หลักการเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยม</p> <p>1) 5 =5.00.....</p> <p>2) 10 =10.00.....</p> <p>3) 304 =304.00.....</p> <p>จากการเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมสองตำแหน่งทั้ง 3 ข้อ นำไปสู่การสรุปมโนทัศน์ เรื่อง หลักการเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมได้ว่า ...จำนวนนับสามารถเขียนในรูปทศนิยมสองตำแหน่ง โดยเติมจุดทศนิยมและ 0 สองตัวต่อท้ายจำนวนนับ.....</p>	

ประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์(ความคิดยืดหยุ่น)	
ตอนที่ 4	
1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างจำนวนที่เป็นทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งมา 5 จำนวน	
.....	
2) ให้นักเรียนยกตัวอย่างจำนวนนับที่เป็นทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งมา 5 จำนวน	
.....	
3) ให้นักเรียนยกตัวอย่าง การอ่านและการเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งมา 5 จำนวน	
จำนวนที่เป็นทศนิยม	คำอ่าน



ใบงานที่ 6 แบบประเมินตนเองเรื่อง ประสิทธิภาพในการทำงานกลุ่ม

กลุ่มที่..... คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันประเมินตนเองตามประเด็นที่กำหนดให้ โดยการตรวจสอบตนเองว่า พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของตนเองสอดคล้องกับระดับคุณภาพใด แล้ว ✓ ลงใน ของระดับคุณภาพนั้น				
ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. การบริหารจัดการของกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม - มีการแบ่งหน้าที่การทำงานกลุ่ม - เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม - มีการแบ่งหน้าที่การทำงานกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม
2. การปฏิบัติหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกทุกคนปฏิบัติตามที่มอบหมายจนสำเร็จทันเวลา - มีการช่วยเหลือกันในระหว่างการปฏิบัติงาน - เมื่อเกิดปัญหาในการทำงาน สมาชิกมีการช่วยเหลือกันแก้ปัญหา 	<ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกทุกคนปฏิบัติตามที่มอบหมายจนสำเร็จทันเวลา - มีการช่วยเหลือกันในระหว่างการปฏิบัติงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกทุกคนปฏิบัติตามที่มอบหมาย 	<ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกส่วนใหญ่ไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย
3. ผลสำเร็จของงานกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - งานเสร็จทันเวลาที่กำหนด - ผลงานที่ได้ถูกต้อง - ผลงานที่ได้มีความเรียบร้อย อ่านง่าย 	<ul style="list-style-type: none"> - งานเสร็จทันเวลาที่กำหนด - ผลงานที่ได้ถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> - งานเสร็จทันเวลาที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - งานเสร็จไม่ทันเวลาที่กำหนด
รวมระดับคุณภาพที่ได้		สรุปผลการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับ	ต้องปรับปรุงดี	ผ่านดีเยี่ยม

ใบงานที่ 7 แบบประเมินตนเองเรื่องใฝ่เรียนรู้

กลุ่มที่				
ประเด็นที่ ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ตั้งใจ เอาใจใส่ และมีความเพียร พยายามในการ เรียนรู้	- ตั้งใจเรียน - เอาใจใส่ในการ เรียน - มีความเพียร พยายามในการ เรียนรู้ - เข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่างๆเป็น ประจำ	- ตั้งใจเรียน - เอาใจใส่ในการ เรียน - มีความเพียร พยายามในการ เรียนรู้ - เข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่างๆ บ่อยครั้ง	- ตั้งใจเรียน - เอาใจใส่ในการ เรียน - มีความเพียร พยายามในการ เรียนรู้ - เข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่างๆ บางครั้ง	- ไม่ตั้งใจเรียน
2. แสวงหาความรู้ จากแหล่งข้อมูล บันทึกความรู้ วิเคราะห์ ตรวจสอบ สรุปเป็นองค์ความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	- ศึกษาค้นคว้าหา ความรู้จากแหล่ง เรียนรู้ต่างๆ - มีการจดบันทึก ความรู้ - สรุปเป็นองค์ ความรู้ - นำเสนอและ แลกเปลี่ยนความรู้ กับผู้อื่นด้วยวิธีการ ที่หลากหลาย	- ศึกษาค้นคว้าหา ความรู้จากแหล่ง เรียนรู้ต่างๆ - มีการจดบันทึก ความรู้ - สรุปเป็นองค์ ความรู้ - นำเสนอและ แลกเปลี่ยนความรู้ กับผู้อื่น	- ศึกษาค้นคว้าหา ความรู้จากแหล่ง เรียนรู้ต่างๆ - มีการจดบันทึก ความรู้	- ไม่ศึกษาค้นคว้า หาความรู้
รวมระดับคุณภาพที่ ได้		สรุปผลการประเมิน คุณลักษณะใฝ่ เรียนรู้	ต้องปรับปรุง ดี	ผ่าน ดีเยี่ยม

ใบงานที่ 8 แบบประเมินตนเองเรื่อง การมุ่งมั่นในการทำงาน

กลุ่มที่.....				
ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. เอาใจใส่ ตั้งใจ มีความรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง	- ตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ การทำงาน - มีความรับผิดชอบ ในงานที่มอบหมาย -มีการปรับปรุง/ พัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้นด้วยตนเอง	- ตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ การทำงาน - มีความรับผิดชอบ ในงานที่มอบหมาย -มีการปรับปรุงการ ทำงานให้ดีขึ้น	- ตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ การทำงาน - มีความรับผิดชอบ ในงานที่มอบหมาย	- ไม่ตั้งใจปฏิบัติ หน้าที่การทำงาน
2. ทุ่มเท อดทน พยายามแก้ปัญหา	- ทำงานด้วยความ ขยัน - ไม่ย่อท้อต่อปัญหา ในการทำงาน - พยายามให้งาน สำเร็จตามเป้าหมาย - ชื่นชมผลงานด้วย ความภาคภูมิใจ	- ทำงานด้วยความ ขยัน - พยายามให้งาน สำเร็จตามเป้าหมาย - ชื่นชมผลงานด้วย ความภาคภูมิใจ	- ทำงานด้วยความ ขยัน - พยายามให้งาน สำเร็จตามเป้าหมาย	- ไม่ขยัน อดทน ใน การทำงาน
รวมระดับคุณภาพที่ได้		สรุปผลการประเมิน คุณลักษณะมุ่งมั่น ในการทำงาน	ต้องปรับปรุง ดี	ผ่าน ดีเยี่ยม

ใบงานที่ 9 เรื่อง การอ่าน การเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง และการเขียนจำนวนนับในรูปทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง	
ชื่อ – นามสกุล	
คำอธิบาย ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ลงในช่องว่างที่กำหนดให้	
ประเมินกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเขียนคำอ่านของจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ แล้วสรุปมโนทัศน์เรื่องหลักการอ่านทศนิยม	
1)	2,076.00 อ่านว่า
2)	19.05 อ่านว่า
3)	0.21 อ่านว่า
4)	503.84 อ่านว่า
จากการอ่านทศนิยมทั้ง 4 ข้อ นำไปสู่การสรุปมโนทัศน์เรื่องหลักการอ่านทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง ได้ว่า	
ตอนที่ 2 จากคำอ่านที่กำหนดให้ ให้นักเรียนเขียนเป็นจำนวนที่เป็นทศนิยม แล้วสรุปมโนทัศน์เรื่องหลักการเขียนจำนวนที่เป็นทศนิยม	
1)	ศูนย์ จุด สาม หก เขียนในรูปทศนิยม คือ.....
2)	เจ็ดสิบเอ็ด จุด แปด สองเขียนในรูปทศนิยม คือ.....
3)	แปดสิบ จุด ศูนย์ ศูนย์ เขียนในรูปทศนิยม คือ.....
4)	หกพันสามสิบ จุด เก้า สอง เขียนในรูปทศนิยม คือ.....
จากการเขียนทศนิยมทั้ง 4 ข้อ นำไปสู่การสรุปมโนทัศน์เรื่องหลักการเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง ได้ว่า	
ตอนที่ 3 ให้นักเรียนเขียนจำนวนนับที่กำหนดให้ อยู่ในรูปทศนิยมสองตำแหน่ง แล้วสรุปมโนทัศน์เรื่อง หลักการเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยม	
1)	9 =
2)	24 =
3)	568 =
4)	3,048 =
จากการเขียนจำนวนนับให้อยู่ในรูปทศนิยมสองตำแหน่งทั้ง 4 ข้อ นำไปสู่การสรุปมโนทัศน์ เรื่อง	

แบบประเมินและเกณฑ์การประเมิน

1. การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ

1.1 แบบประเมินการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. จำนวนเรื่องที่นำเสนอ - ความหมายของทศนิยมสองตำแหน่ง - หลักการอ่านทศนิยมสองตำแหน่ง - หลักการเขียนทศนิยมสองตำแหน่ง - การทำจำนวนนับให้เป็นทศนิยมสองตำแหน่ง	นำเสนอหัวเรื่องย่อยได้ครบถ้วน ทั้ง 4 เรื่อง	นำเสนอหัวเรื่องย่อย 3 เรื่อง	นำเสนอหัวเรื่องย่อย 2 เรื่อง	ไม่มีการระบุเรื่องย่อย/นำเสนอหัวเรื่องย่อย 1 เรื่อง
2. ความสมบูรณ์ของมโนทัศน์แต่ละเรื่อง	มโนทัศน์แต่ละเรื่องที่นำเสนอมีความถูกต้องทั้ง 4 เรื่อง	มโนทัศน์แต่ละเรื่องที่นำเสนอมีความถูกต้อง 3 เรื่อง	มโนทัศน์แต่ละเรื่องที่นำเสนอมีความถูกต้อง 2 เรื่อง	มโนทัศน์ที่นำเสนอไม่ถูกต้อง/ถูกต้อง 1 เรื่อง
3. การยกตัวอย่างประกอบมโนทัศน์	มีการยกตัวอย่างประกอบมโนทัศน์ได้ถูกต้องทุกเรื่องย่อย	มีการยกตัวอย่างประกอบมโนทัศน์ได้ถูกต้อง 3 เรื่องย่อย	มีการยกตัวอย่างประกอบมโนทัศน์ได้ถูกต้อง 2 เรื่องย่อย	ไม่มีการยกตัวอย่างประกอบมโนทัศน์นั้นๆ หรือมี แต่ถูกต้องน้อยกว่า 2 เรื่อง
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

1.2 เกณฑ์การตัดสินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
11-12	10	ดีเยี่ยม
10	9	
9	8	ดี
8	7	
7	6	ผ่าน
5 - 6	5	
4	4	ต้องปรับปรุง

2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.1 แบบประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(สำหรับใบงานที่ 5)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. การให้เหตุผลเรื่อง หลักการอ่านทศนิยม (ตอนที่ 1)	- เขียนคำอ่านถูกต้อง 3 ข้อ - สรุปหลักการอ่าน ได้ถูกต้อง ชัดเจน	- เขียนคำอ่านถูกต้อง 2-3 ข้อ - สรุปหลักการอ่าน ได้	- เขียนคำอ่านถูกต้อง 2-3 ข้อ - ไม่สรุปหลักการ อ่าน/สรุปแต่ผิด	- เขียนคำอ่านถูกต้อง ไม่ถึง 2 ข้อ - สรุปหลักการอ่าน ไม่ถูกต้อง
2. การให้เหตุผลเรื่อง หลักการเขียน ทศนิยม (ตอนที่ 2)	- เขียนทศนิยม ถูกต้อง 3 ข้อ - สรุปหลักการเขียน ได้ถูกต้อง ชัดเจน	- เขียนทศนิยม ถูกต้อง 2-3 ข้อ - สรุปหลักการเขียน ได้	- เขียนทศนิยม ถูกต้อง 2-3 ข้อ - ไม่สรุปหลักการเขียน ทศนิยม/สรุปแต่ผิด	- เขียนทศนิยม ถูกต้องไม่ถึง 2 ข้อ - สรุปหลักการเขียน ไม่ถูกต้อง
3. การให้เหตุผลเรื่อง หลักการเขียน จำนวนนับให้อยู่ใน รูปทศนิยม (ตอนที่ 3)	- เขียนจำนวนนับให้ อยู่ในรูปทศนิยม ถูกต้อง 3 ข้อ - สรุปหลักการเขียน จำนวนนับให้อยู่ใน รูปทศนิยมได้ถูกต้อง ชัดเจน	- เขียนจำนวนนับให้ อยู่ในรูปทศนิยม ถูกต้อง 2-3 ข้อ - สรุปหลักการเขียน จำนวนนับให้อยู่ใน รูปทศนิยมได้	- เขียนจำนวนนับให้ อยู่ในรูปทศนิยม ถูกต้อง 2-3 ข้อ - ไม่สรุปหลักการ เขียนจำนวนนับให้ อยู่ในรูปทศนิยม/ สรุปแต่ผิด	- เขียนจำนวนนับให้ อยู่ในรูปทศนิยม ถูกต้องไม่ถึง 2 ข้อ - สรุปหลักการเขียน จำนวนนับให้อยู่ใน รูปทศนิยมไม่ถูกต้อง
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

2.2 แบบประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(สำหรับใบงานที่ 9)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. การให้เหตุผลเรื่อง หลักการอ่านทศนิยม (ตอนที่ 1)	- เขียนคำอ่านถูกต้อง 4 ข้อ - สรุปลักษณะการอ่าน ได้ถูกต้อง ชัดเจน	- เขียนคำอ่านถูกต้อง 3-4 ข้อ - สรุปลักษณะการอ่าน ได้	- เขียนคำอ่านถูกต้อง 2-4 ข้อ - ไม่สรุปลักษณะ การอ่าน/สรุปแต่ผิด	- เขียนคำอ่านถูกต้อง ไม่ถึง 2 ข้อ - สรุปลักษณะการอ่าน ไม่ถูกต้อง
2. การให้เหตุผลเรื่อง หลักการเขียน ทศนิยม (ตอนที่ 2)	- เขียนทศนิยม ถูกต้อง 4 ข้อ - สรุปลักษณะการเขียน ได้ถูกต้อง ชัดเจน	- เขียนทศนิยม ถูกต้อง 3-4 ข้อ - สรุปลักษณะการเขียน ได้	- เขียนทศนิยม ถูกต้อง 2-4 ข้อ - ไม่สรุปลักษณะ การเขียนทศนิยม/สรุป แต่ผิด	- เขียนทศนิยม ถูกต้องไม่ถึง 2 ข้อ - สรุปลักษณะการเขียน ไม่ถูกต้อง
3. การให้เหตุผลเรื่อง หลักการเขียน จำนวนนับให้อยู่ใน รูปทศนิยม (ตอนที่ 3)	- เขียนจำนวนนับให้อยู่ ในรูปทศนิยม ถูกต้อง 4 ข้อ - สรุปลักษณะการเขียน จำนวนนับให้อยู่ใน รูปทศนิยมได้ถูกต้อง ชัดเจน	- เขียนจำนวนนับให้อยู่ ในรูปทศนิยม ถูกต้อง 3-4 ข้อ - สรุปลักษณะการเขียน จำนวนนับให้อยู่ใน รูปทศนิยมได้	- เขียนจำนวนนับให้อยู่ ในรูปทศนิยม ถูกต้อง 2-4 ข้อ - ไม่สรุปลักษณะ การเขียนจำนวนนับให้อยู่ ในรูปทศนิยม/ สรุปแต่ผิด	- เขียนจำนวนนับให้อยู่ ในรูปทศนิยม ถูกต้องไม่ถึง 2 ข้อ - สรุปลักษณะการเขียน จำนวนนับให้อยู่ใน รูปทศนิยมไม่ถูกต้อง
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

2.3 เกณฑ์การตัดสินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
11-12	10	ดีเยี่ยม
10	9	
9	8	ดี
8	7	
7	6	ผ่าน
5-6	5	
4	4	ต้องปรับปรุง

3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.1แบบประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์(ใบบางที่ 5 ตอนที่ 4)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ความคิดซึ่ด หุ่่นเรื่ง จํานวนที่เป็น ทศนิยมไม่เกิน สองคําห้แ่ง	- ยกตัวอย่างถูกค้ดง 4 - 5 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ด ได้ม้ากกว่า 2 กลุ่ม - ตัวอย่างมีท้ทศนิยม ห้หนึ่งคําห้แ่งและ สองคําห้แ่ง	- ยกตัวอย่างถูกค้ดง 3 - 4 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ดได้ 2 กลุ่ม - ตัวอย่างมีท้ทศนิยม ห้หนึ่งคําห้แ่งและสอง คําห้แ่ง	- ยกตัวอย่างถูกค้ดง 3 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ด ได้ 1 กลุ่ม - ตัวอย่างมีเพ็ย ทศนิยมห้หนึ่งคําห้แ่ง หรือ สองคําห้แ่ง เพ็ยอย่างเค็ยว	- ยกตัวอย่าง ถูกค้ดง ไม่ถึง 3 จํานวน
2. ความคิดซึ่ด หุ่่นเรื่ง จํานวนน้บใน รูปทศนิยม	- ยกตัวอย่างถูกค้ดง 4 - 5 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ด ได้ม้ากกว่า 2 กลุ่ม	- ยกตัวอย่างถูกค้ดง 3 - 4 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ดได้ 2 กลุ่ม	- ยกตัวอย่างถูกค้ดง 3 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ด ได้ 1 กลุ่ม	- ยกตัวอย่าง ถูกค้ดง ไม่ถึง 3 จํานวน
3. ความคิดซึ่ด หุ่่นเรื่งการ อ่านและการ ทศนิยม	- อ่านและเค็ย ทศนิยมถูกค้ดง 4 - 5 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ด ได้ม้ากกว่า 2 กลุ่ม - ตัวอย่างมีท้ทศนิยม ห้หนึ่งคําห้แ่งและ สองคําห้แ่ง	- อ่านและเค็ยทศนิยม ถูกค้ดง 3 - 4 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ดได้ 2 กลุ่ม - ตัวอย่างมีท้ทศนิยม ห้หนึ่งคําห้แ่งและสอง คําห้แ่ง	- อ่านและเค็ย ทศนิยมถูกค้ดง 3 จํานวน - แ่่งกลุ่มควมค้ด ได้ 1 กลุ่ม - ตัวอย่างมีเพ็ย ทศนิยมห้หนึ่งคําห้แ่ง หรือ สองคําห้แ่ง เพ็ยอย่างเค็ยว	- อ่านและเค็ย ทศนิยมถูกค้ดง ไม่ถึง 3 จํานวน
รวมระดับคุณภาพท้ทั้งหมด				

3.2 แบบประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์(ใบบางที่ 9 ตอนที่ 4)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ความคิดยืดหยุ่นเรื่องจำนวนที่เป็นทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง	- ยกตัวอย่างถูกต้อง 9 - 10 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้มากกว่า 2 กลุ่ม - ตัวอย่างมีทั้งทศนิยมหนึ่งตำแหน่งและสองตำแหน่ง	- ยกตัวอย่างถูกต้อง 7 - 8 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้ 2 กลุ่ม - ตัวอย่างมีทั้งทศนิยมหนึ่งตำแหน่งและสองตำแหน่ง	- ยกตัวอย่างถูกต้อง 5 - 6 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้ 1 กลุ่ม - ตัวอย่างมีเพียงทศนิยมหนึ่งตำแหน่งหรือ สองตำแหน่งเพียงอย่างเดียว	- ยกตัวอย่างถูกต้องไม่ถึง 5 จำนวน
2. ความคิดยืดหยุ่นเรื่องจำนวนนับในรูปทศนิยม	- ยกตัวอย่างถูกต้อง 9 - 10 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้มากกว่า 2 กลุ่ม	- ยกตัวอย่างถูกต้อง 7 - 8 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้ 2 กลุ่ม	- ยกตัวอย่างถูกต้อง 5 - 6 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้ 1 กลุ่ม	- ยกตัวอย่างถูกต้องไม่ถึง 5 จำนวน
3. ความคิดยืดหยุ่นเรื่องการอ่านและการทศนิยม	- อ่านและเขียนทศนิยมถูกต้อง 9 - 10 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้มากกว่า 2 กลุ่ม - ตัวอย่างมีทั้งทศนิยมหนึ่งตำแหน่งและสองตำแหน่ง	- อ่านและเขียนทศนิยมถูกต้อง 7 - 8 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้ 2 กลุ่ม - ตัวอย่างมีทั้งทศนิยมหนึ่งตำแหน่งและสองตำแหน่ง	- อ่านและเขียนทศนิยมถูกต้อง 5-6 จำนวน - แบ่งกลุ่มความคิดได้ 1 กลุ่ม - ตัวอย่างมีเพียงทศนิยมหนึ่งตำแหน่งหรือ สองตำแหน่งเพียงอย่างเดียว	- อ่านและเขียนทศนิยมถูกต้องไม่ถึง 5 จำนวน
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

3.3 เกณฑ์การตัดสินความสามารถความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
11-12	10	ดีเยี่ยม
10	9	
9	8	ดี
8	7	
7	6	ผ่าน
5 - 6	5	
4	4	ต้องปรับปรุง

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ประเมินโดยการนำค่าเฉลี่ยของผลการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดที่ประเมินในแผนมาหาค่าเฉลี่ย หากค่าเฉลี่ยเป็น 0.5 ขึ้นไปให้ปัดเป็น 1 คะแนน

5. กระบวนการทำงานกลุ่ม

5.1 เกณฑ์การตัดสินประสิทธิภาพการทำงานกลุ่ม

ผลรวมระดับคุณภาพ	สรุปผลการตัดสินคุณลักษณะการเรียนรู้
3 - 5	ต้องปรับปรุง
6 - 7	ผ่าน
8 - 10	ดี
11 - 12	ดีเยี่ยม

หมายเหตุ

1. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มีผู้ประเมิน 2 กลุ่มคือ
 - 1) นักเรียนประเมินตนเอง(ตามใบงานที่ 6) 2) ครูผู้สอนเป็นผู้ประเมิน
2. การตัดสินผลการทำงานกลุ่ม ใช้ค่าฐานนิยมจากผลการประเมินของผู้ประเมินทั้ง 2 กลุ่ม หากไม่มีให้ใช้ผลการตัดสิน โดยถือเอาผลการประเมินระดับสูงกว่า เป็นผลการตัดสินการทำงานกลุ่ม

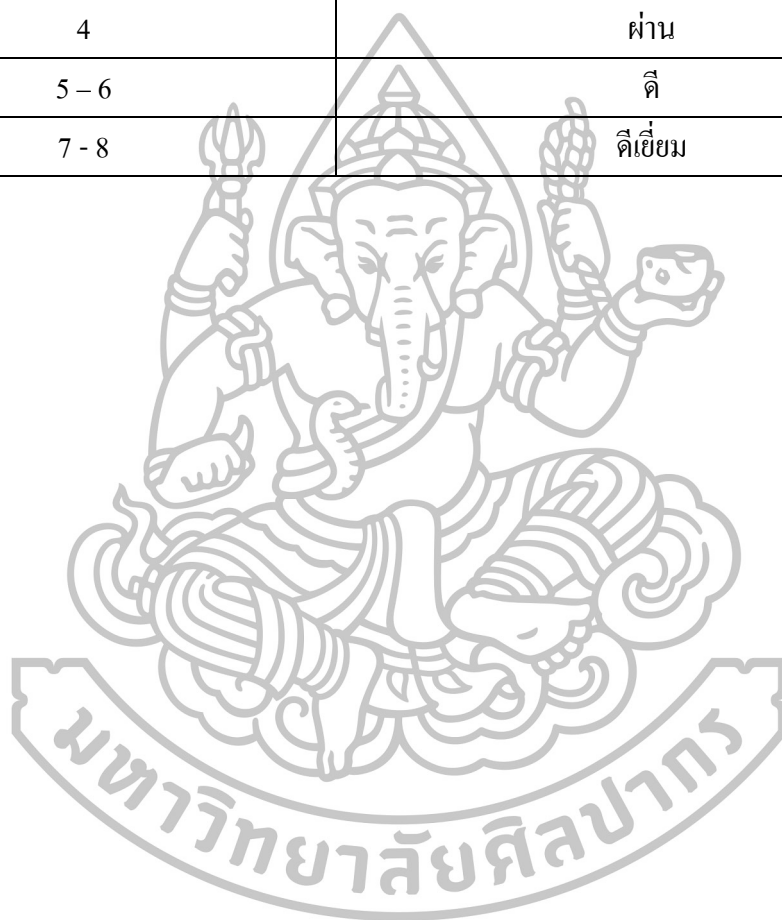
5.2 แบบสังเกตพฤติกรรม เรื่องประสิทธิภาพการทำงานกลุ่ม(สำหรับครู)

กลุ่มที่..... คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันประเมินตนเองตามประเด็นที่กำหนดให้ โดยการตรวจสอบตนเองว่า พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของตนเองสอดคล้องกับระดับคุณภาพใด แล้ว ✓ ลงใน ของระดับคุณภาพนั้น				
ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. การบริหารจัดการของกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม - มีการแบ่งหน้าที่การทำงานกลุ่ม - เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม - มีการแบ่งหน้าที่การทำงานกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม
2. การปฏิบัติหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกทุกคนปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จทันเวลา - มีการช่วยเหลือกันในระหว่างการปฏิบัติงาน - เมื่อเกิดปัญหาในการทำงาน สมาชิกมีการช่วยเหลือกันแก้ปัญหา 	<ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกทุกคนปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จทันเวลา - มีการช่วยเหลือกันในระหว่างการปฏิบัติงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกทุกคนปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย 	<ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกส่วนใหญ่ไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย
3. ผลสำเร็จของงานกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - งานเสร็จทันเวลาที่กำหนด - ผลงานที่ได้ถูกต้อง - ผลงานที่ได้มีความเรียบร้อย อ่านง่าย 	<ul style="list-style-type: none"> - งานเสร็จทันเวลาที่กำหนด - ผลงานที่ได้ถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> - งานเสร็จทันเวลาที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - งานเสร็จไม่ทันเวลาที่กำหนด
รวมระดับคุณภาพที่ได้		สรุปผลการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับ	ต้องปรับปรุงดี	ผ่านดีเยี่ยม

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 เกณฑ์การตัดสินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผลรวมระดับคุณภาพ	สรุปผลการตัดสินคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้
2 – 3	ต้องปรับปรุง
4	ผ่าน
5 – 6	ดี
7 - 8	ดีเยี่ยม





ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบบันทึกเอกสาร วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
ประกอบการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์
และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

คำอธิบาย

1. แบบวิเคราะห์เอกสาร วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษา หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ด้านการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา คือ เอกสารทางวิชาการ ตำรา และงานวิจัยต่างๆ
3. การดำเนินการกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร ดำเนินการ โดยการนำสาระสำคัญ มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ เพื่อนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ประเด็นในการศึกษาเอกสาร

1. เรื่องที่ศึกษา
.....
2. ประเด็นสำคัญที่ศึกษา
.....
3. สาระสำคัญของประเด็นสำคัญที่ศึกษา
.....
4. บรรณานุกรม
.....

แบบสัมภาษณ์ประกอบการวิจัย เรื่อง
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
(สำหรับ ผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์)

.....

คำอธิบาย

1. ข้อมูลเกี่ยวกับแบบสัมภาษณ์

1.1 แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนระดับประถมศึกษา

1.2 แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดการ พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6

1.3 แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ มี 2 ตอน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้การ สัมภาษณ์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อความเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูล คือ บุคคลที่มีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตสาขา การศึกษาที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หรือครูที่มีวิทยฐานะเชี่ยวชาญ ด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน

3. การสรุปผลการสัมภาษณ์ ดำเนินการสังเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ แล้วนำมาสรุปเป็น แนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาใน 6 ประเด็น คือ 1) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 2) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 3) กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ 4) ภาระงาน/ชิ้นงานที่ช่วยส่งเสริม มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5) ลักษณะของการวัดและประเมินผล 6) ปัจจัยที่เอื้อต่อ การเรียนรู้

ประเด็นคำถามสำหรับการสัมภาษณ์
สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

.....
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ – นามสกุล

วุฒิการศึกษาสูงสุด

ตำแหน่งทางวิชาการ

ประสบการณ์ที่ทำงานด้านคณิตศาสตร์ ปี

สถานที่ทำงาน

ส่วนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. วิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในความคิดเห็นของท่าน ควรมีหลักการ อย่างไร

.....

2. วิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในความคิดเห็นของท่าน ควรมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ อย่างไร

.....

3. วิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในความคิดเห็นของท่าน ควรมีกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. การวัดและประเมินผล ความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในความคิดเห็นของท่านควรมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา คืออะไร

.....

.....

.....

.....

6. อื่นๆ

.....

.....

แบบสัมภาษณ์ประกอบการวิจัย เรื่อง
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
(สำหรับ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6)

.....

คำอธิบาย

1. ข้อมูลเกี่ยวกับแบบสัมภาษณ์

1.1 แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.2 แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6

1.3 แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ มี 2 ตอน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้การสัมภาษณ์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อความเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูล คือ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน

3. การสรุปผลการสัมภาษณ์ ดำเนินการสังเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ แล้วนำมาสรุปเป็นแนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาใน 6 ประเด็น คือ 1) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 2) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 3) กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ 4) ภาระงาน/ชิ้นงานที่ช่วยส่งเสริมมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5) ลักษณะของการวัดและประเมินผล 6) ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ประเด็นคำถามสำหรับการสัมภาษณ์
สำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์

.....
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ – นามสกุล

วุฒิการศึกษาสูงสุด

ตำแหน่งทางวิชาการ

ประสบการณ์ที่สอนคณิตศาสตร์ ปี

สถานที่ทำงาน

ส่วนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. วิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในความคิดเห็นของท่าน ควรมีหลักการ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. วิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในความคิดเห็นของท่าน ควรมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. วิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตสน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในความคิดเห็นของท่าน ควรมีกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ อย่างไร

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

4. การวัดและประเมินผล ความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในความคิดเห็นของท่านควรมีลักษณะอย่างไร

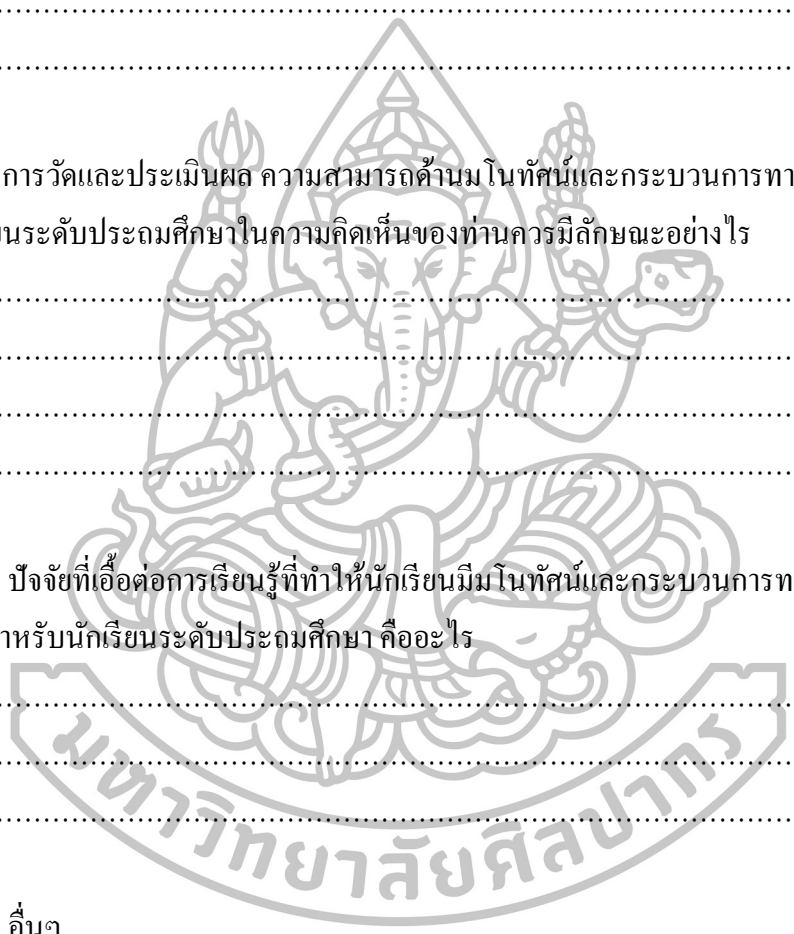
.....
.....
.....
.....

5. ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่ทำให้ให้นักเรียนมีมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา คืออะไร

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

6. อื่นๆ

.....
.....



แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อบทบาทของนักเรียนและบทบาทของครูที่ต้องการ

ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

(สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 -6)

การวิจัยเรื่อง “รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมโน้ตสน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา”

คำชี้แจง ขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามฉบับนี้ตามความคิดเห็นของนักเรียน คำตอบที่ได้ไม่มีผลเสียดต่อกับนักเรียน แต่ครูจะนำความต้องการของนักเรียนไปพัฒนาการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนในลำดับต่อไป

วิธีการตอบแบบสอบถาม ให้นักเรียน ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความต้องการ

ประเด็น	ระดับความต้องการ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
บทบาทของนักเรียนที่ต้องการ					
1. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมกับครูในการกำหนดเป้าหมายในการเรียนแต่ละครั้ง					
2. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการได้ซักถามครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน					
3. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการได้ตอบคำถามของครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน					
4. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการได้ซักถาม และได้ตอบคำถามจากครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน					
5. นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงในเรื่องที่เรียน					
6. นักเรียนจะยอมรับผลที่เกิดขึ้น ทั้งผลดี ผลร้าย จากการลงมือปฏิบัติจริงของนักเรียนในการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียน					
7. นักเรียนต้องการนำความรู้ในเรื่องที่เรียนมาทำให้เกิดประโยชน์กับการดำเนินชีวิตของนักเรียนด้วยตนเอง					

ประเด็น	ระดับความต้องการ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
8. นักเรียนต้องการความเป็นอิสระในการเรียนรู้ของตนเอง					
9. นักเรียนต้องการความเป็นอิสระในการวางแผน และการหาคำตอบในการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง					
10. นักเรียนต้องการ การเรียนรู้ที่มีการช่วยเหลือกันระหว่างเพื่อนด้วยกัน					
11. นักเรียนต้องการ การเรียนรู้ที่มีครูคอย แนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนอย่างใกล้ชิด					
12. นักเรียนต้องการ การเรียนรู้ที่มีเพื่อน และ ครูคอย แนะนำช่วยเหลือ นักเรียนอย่างใกล้ชิด					
13. เมื่อเรียนจบในแต่ละเรื่อง นักเรียนต้องการสรุปความรู้จากเรื่องที่เรียน ด้วยตนเอง					
14. เมื่อเรียนจบในแต่ละเรื่อง นักเรียนต้องการสรุปความรู้จากเรื่องที่เรียน โดยการที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุป แล้วจดบันทึกความรู้ที่สรุปได้ เป็นภาษาของนักเรียนเอง					
บทบาทของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่นักเรียนที่ต้องการ					
15. ต้องการให้ครูมีการทบทวนเรื่องที่เรียนผ่านมาแล้วเมื่อชั่วโมงที่แล้ว ก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่					
16. ต้องการให้ครูนำเรื่องที่เรียนเมื่อชั่วโมงที่แล้ว มาสอบเก็บคะแนนก่อนสอนเรื่องใหม่					
17. ต้องการให้ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน ก่อนที่จะเริ่มสอน					
18. ถ้านักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนไม่เพียงพอ ต้องการให้ครูสอนทบทวนก่อน แล้วจึงค่อยเรียนเรื่องต่อไป					
19. นักเรียนต้องการให้ครูเป็นผู้กำหนดเนื้อหาที่จะเรียนในแต่ละครั้ง					

ประเด็น	ระดับความต้องการ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
20. ก่อนที่จะเริ่มเรียนในแต่ละครั้ง ต้องการให้ครู ตรวจสอบก่อนว่านักเรียนมีความพร้อมที่จะเรียนแล้วหรือยัง ถ้ายังไม่พร้อมครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนพร้อมก่อนแล้วค่อยเริ่มเรียน					
21. นักเรียนต้องการให้ครูนำเรื่องที่นักเรียนคุ้นเคยมาสอนเพื่อนำไปสู่เรื่องใหม่ที่ครูต้องการให้นักเรียนรู้					
22. นักเรียนต้องการให้ครูบอกขอบเขตของเนื้อหาทั้งหมดที่จะเรียนก่อนแล้วค่อยเริ่มเรียนทีละเรื่องย่อยๆ					
23. นักเรียนต้องการให้มีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียนในระหว่างจัดการเรียนการสอน					
24. นักเรียนต้องการให้มีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนกับนักเรียนในระหว่างจัดการเรียนการสอน					
25. นักเรียนต้องการให้ครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนอย่างอิสระ					
26. นักเรียนต้องการให้ครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนวางแผนการทำงาน และลงมือทำงาน ด้วยตนเองเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้					
27. นักเรียนต้องการให้ครู ช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
28. นักเรียนต้องการให้ครู ชมเชย เห็นคุณค่าของนักเรียน และยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนด้วยความสนใจ					
29. นักเรียนต้องการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยการเรียนรู้เป็นกลุ่ม					
30. การให้คะแนน นักเรียนต้องการให้ครูให้คะแนนเป็นกลุ่ม และเป็นรายบุคคลด้วย					

ขอให้นักเรียนทุกคนที่ตั้งใจทำแบบสอบถามความคิดเห็นฉบับนี้ นะครับ

ประเด็นการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)
เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

.....

คำชี้แจง ผู้วิจัยส่งเอกสารเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาและคู่มือการใช้รูปแบบการสอน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญศึกษาข้อมูลล่วงหน้าและนัดหมายเพื่อดำเนินการจัดสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) ในวันเสาร์ที่ 7 มีนาคม 2558 เวลา 10.30 - 12.00 น. ณ ห้องประชุมภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรนั้น มีประเด็นที่ผู้วิจัยขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะเพื่อความสมบูรณ์ของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาดังนี้

คำถาม

1. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความเหมาะสม ครบถ้วนหรือไม่อย่างไร

.....

.....

2. องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบมีความเหมาะสม ครบถ้วนหรือไม่อย่างไร

ด้านหลักการ

.....

.....

ด้านวัตถุประสงค์

.....

.....

ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

ด้านการวัดและประเมินผล

.....

.....

ด้านปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....



แบบทดสอบประเมิน มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ทศนิยม

เวลา 60 นาที

คะแนน 24 คะแนน

ชื่อ – นามสกุล

ตอนที่ 1 ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำอธิบาย ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดให้ (ค 1.1 ป5/2 เปรียบเทียบและเรียงลำดับทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง)คะแนน 4 คะแนน

การแข่งขันวิ่งระยะทาง 100 เมตร

ในงานกีฬาของโรงเรียนบ้านหนองยาว จัดให้มีการแข่งขันวิ่งระยะทาง 200 เมตร โดยมีนักกีฬาเข้าร่วมการแข่งขันในรายการนี้จำนวน 5 สี ประกอบด้วย สีฟ้า สีแดง สีม่วง สีขาว และสีเหลือง โดยมีผลการวิ่ง ดังต่อไปนี้

ตารางแสดงเวลาที่ใช้ในการวิ่งแข่งขัน

สี	เวลาที่ใช้ในการวิ่ง (นาที)
ฟ้า	2.73
แดง	3
ม่วง	4.5
ขาว	2.74
เหลือง	2.08

จากสถิติในการใช้เวลาสำหรับการวิ่งแข่งในรายการนี้ นักกีฬาที่วิ่งเร็วที่สุดต้องใช้เวลาในการวิ่งเป็นอย่างไร และนักกีฬาสีใดวิ่งเข้าเส้นชัยเป็นลำดับที่ 1 นักกีฬาสีใดวิ่งเข้าเส้นชัยเป็นลำดับสุดท้าย และต้องการเรียงลำดับนักกีฬาที่เข้าเส้นชัยลำดับที่ 1 – 5 เพื่อเข้ารับเหรียญรางวัลจะเรียงลำดับได้อย่างไร

กระบวนการ แก้ปัญหา	คำถาม
<p>ขั้นที่ 1 ขั้น อ่านและทำ ความเข้าใจ ปัญหา</p>	<p>1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โจทย์ถามอะไรบ้าง</p> <p>1)</p> <p>2).....</p> <p>3).....</p> <p>4).....</p> <p>2. โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>ขั้นที่ 2 ขั้น วางแผน แก้ปัญหา</p>	<p>3. นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องใดมาแก้ปัญหา ความรู้นั้นมีหลักการว่าอย่างไร</p> <p>ความรู้เรื่อง.....</p> <p>หลักการ คือ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>4. นักเรียนมีขั้นตอนในการหาคำตอบอย่างไร</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>ขั้นที่ 3 ดำเนินการ ตามแผน</p>	<p>5. โจทย์แต่ละข้อ มีคำตอบอย่างไร</p> <p>1)</p> <p>ตอบ</p> <p>2).....</p> <p>ตอบ</p> <p>3).....</p> <p>ตอบ</p> <p>4).....</p> <p>ตอบ</p>

กระบวนการ แก้ปัญหา	คำถาม
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ วิธีการและ คำตอบที่ได้	6. ให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและคำตอบที่ได้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ 1) คำตอบของโจทย์ข้อ 1 นักเรียนคิดว่าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ตอบ 2) คำตอบของโจทย์ข้อ 2 นักเรียนคิดว่าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ตอบ 3) คำตอบของโจทย์ข้อ 3 นักเรียนคิดว่าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ตอบ 4) คำตอบของโจทย์ข้อ 4 นักเรียนคิดว่าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ตอบ
ขั้นที่ 5 มอง ย้อนและขยาย ผล	7. ให้นักเรียนเปรียบเทียบทศนิยมต่อไปนี้ แล้วใส่เครื่องหมาย $>$, $<$ หรือ $=$ ลงใน 8.1) 0.2 0.18 8.2) 1.0 0.79 8.3) 68.29 682.9 8.4) 95.04 95.50 8. จากทศนิยมที่กำหนดให้ จงเรียงลำดับทศนิยมจากน้อยไปมาก 7.42 7.21 7.35 7.24 ตอบ 9. จากทศนิยมที่กำหนดให้ จงเรียงลำดับทศนิยมจากมากไปน้อย 1.9 2.6 1.80 2.27 ตอบ

ตอนที่ 2 ประเมินกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำอธิบาย จากข้อมูลที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (ค 1.1 ป5/1 เขียนและอ่าน ทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง)คะแนน 4 คะแนน

การอ่านทศนิยมที่ถูกต้อง		การอ่านทศนิยมที่ไม่ถูกต้อง	
0.72	อ่านว่า ศูนย์ จุด เจ็ด สอง	0.72	อ่านว่า ศูนย์ จุด เจ็ด สิบ สอง
21.05	อ่านว่า ยี่สิบเอ็ด จุด ศูนย์ ห้า	21.05	อ่านว่า สอง หนึ่ง จุด ศูนย์ ห้า
305.81	อ่านว่า สามร้อยห้า จุด แปด หนึ่ง	305.81	อ่านว่า สาม ศูนย์ ห้า จุด แปด สิบ เอ็ด

1. จากข้อมูลที่กำหนดให้ การอ่านทศนิยมมีหลักการ ในการอ่านอย่างไร
ตอบ

.....

.....

2. จากหลักการที่นักเรียนตอบในข้อ 1 ให้นักเรียนยกตัวอย่างจำนวนที่เป็นทศนิยมสองตำแหน่ง พร้อมทั้งเขียนคำอ่าน

จำนวนที่เป็นทศนิยมสองตำแหน่ง	คำอ่าน
1)	
2)	
3)	

3. จากคำอ่านที่กำหนดให้ ให้นักเรียนเขียนเป็นทศนิยม

คำอ่าน	เขียนในรูปทศนิยม
1) ศูนย์ จุด หก สี่	
2) สามร้อยสอง จุด ศูนย์ เก้า	
3) ห้าพันหกร้อยเจ็ด จุด สี่ ศูนย์	

ตอนที่ 3 ประเมินกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำอธิบาย ให้นักเรียนทำความเข้าใจกับมโนทัศน์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ลงในช่องว่างที่กำหนดให้(ค 1.1 ป5/3เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมในรูปเศษส่วน) คะแนน 4 คะแนน

มโนทัศน์	จากเศษส่วนที่กำหนดให้ จงเขียนเป็นทศนิยม	จากเศษส่วนที่กำหนดให้ จงเขียนเป็นทศนิยม
เศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 10 สามารถเขียนเป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง	1) $\frac{8}{10} = \dots\dots\dots$ 2) $\frac{306}{10} = \dots\dots\dots$	3) $\frac{2}{5} = \dots\dots\dots$ 4) $\frac{13}{2} = \dots\dots\dots$

มโนทัศน์	จากทศนิยมที่กำหนดให้ จงเขียนเป็นเศษส่วน	จากเศษส่วนที่กำหนดให้ จงเขียนเป็นทศนิยม
ทศนิยมสองตำแหน่ง เมื่อเขียนในรูปเศษส่วนจะมีตัวส่วนเป็น 100	1) $0.78 = \dots\dots\dots$ 2) $50.03 = \dots\dots\dots$	3) $\frac{35}{50} = \dots\dots\dots$ 4) $6\frac{12}{20} = \dots\dots\dots$

ตอนที่ 4 ประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คำอธิบาย ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง(ค 1.1 ป5/3 เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมในรูปเศษส่วน) คะแนน 4 คะแนน

จงเขียนเศษส่วนที่มีส่วนหาร 10 หรือ 100 ลงตัวมา 5 จำนวน แล้วเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยม

เศษส่วน	ทศนิยม
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	

ตอนที่ 5 ประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ

คำอธิบาย ให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องทศนิยม โดยการนำเสนอเป็นแผนผังความคิดคะแนน 4 คะแนน

เกณฑ์การประเมินและการตัดสิน

1.1 เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหา

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. ทำความเข้าใจปัญหา (ข้อ 1-2)	ตอบคำถามถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ และตอบได้ อย่างชัดเจน	ตอบคำถามถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ตอบคำถาม ถูกต้อง 1 ข้อ	ตอบคำถามไม่ ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ
2. ขึ้นวางแผนการ แก้ปัญหา (ข้อ 3-4)	ตอบคำถามถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ และตอบได้ อย่างชัดเจน	ตอบคำถามถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ตอบคำถาม ถูกต้อง 1 ข้อ	ตอบคำถามไม่ ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ
3. ขึ้นดำเนินการตาม แผน (ข้อ 5)	ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 ข้อ	ตอบคำถามได้ถูกต้อง 3 ข้อ	ตอบคำถามได้ ถูกต้อง 2 ข้อ	ตอบคำถามได้ ถูกต้องไม่ถึง 2 ข้อ
4. ขึ้นตรวจสอบ วิธีการและคำตอบที่ ได้ (ข้อ 6)	ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 ข้อ	ตอบคำถามได้ถูกต้อง 3 ข้อ	ตอบคำถามได้ ถูกต้อง 2 ข้อ	ตอบคำถามได้ ถูกต้องไม่ถึง 2 ข้อ
5. ขึ้นมองย้อนและ ขยายผล (ข้อ 7-9)	ตอบคำถามได้ถูกต้อง 5-6 คำตอบ	ตอบคำถามได้ถูกต้อง 4 คำตอบ	ตอบคำถามได้ ถูกต้อง 3 คำตอบ	ตอบคำถามได้ ถูกต้องไม่ถึง 3 คำตอบ
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

1.2 เกณฑ์การตัดสิน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
18 - 20	4	ดีเยี่ยม
14 - 17	3	ดี
9 - 13	2	ผ่าน
5 - 8	1	ต้องปรับปรุง

ตอนที่ 2 ประเมินกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.1 เกณฑ์การประเมินการให้เหตุผล

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. การสรุปหลักการให้เหตุผลจากตัวอย่าง(ข้อ 1)	ตอบได้ถูกต้องตามหลักการอ่านทศนิยม ใช้ภาษากระชับและชัดเจน	สรุปได้ถูกต้องตามหลักการอ่านทศนิยม	สรุปได้ถูกต้องสามารถอ่านเข้าใจได้	สรุปไม่ถูกต้อง / ไม่สรุป
2. การยกตัวอย่างสอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม (ข้อ2)	ยกตัวอย่างสอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม 3 ข้อ	ยกตัวอย่างสอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม 2 ข้อ	ยกตัวอย่างสอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม 1 ข้อ	ยกตัวอย่างไม่สอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม
3. การเขียนทศนิยมสอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม (ข้อ3)	เขียนทศนิยมสอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม 3 ข้อ	เขียนทศนิยมสอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม 2 ข้อ	เขียนทศนิยมสอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม 1 ข้อ	เขียนทศนิยมไม่สอดคล้องกับหลักการอ่านทศนิยม
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

2.2 เกณฑ์การตัดสิน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
11-12	4	ดีเยี่ยม
8-10	3	ดี
5 - 7	2	ผ่าน
3 - 4	1	ต้องปรับปรุง

ตอนที่ 3 ประเมินกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.1 เกณฑ์การประเมินเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. การเชื่อมโยงมโนทัศน์เรื่องเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 10 กับทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง	ตอบคำถามถูกต้อง 4 ข้อ	ตอบคำถามถูกต้อง 3 ข้อ	ตอบคำถามถูกต้อง 2 ข้อ	ตอบคำถามถูกต้องไม่ถึง 2 ข้อ
2. การเชื่อมโยงมโนทัศน์เรื่องเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 100 กับทศนิยมสองตำแหน่ง	ตอบคำถามถูกต้อง 4 ข้อ	ตอบคำถามถูกต้อง 3 ข้อ	ตอบคำถามถูกต้อง 2 ข้อ	ตอบคำถามถูกต้องไม่ถึง 2 ข้อ
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

3.2 เกณฑ์การตัดสิน การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
7 - 8	4	ดีเยี่ยม
5 - 6	3	ดี
4	2	ผ่าน
2 - 3	1	ต้องปรับปรุง

ตอนที่ 4 ประเมินกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4.1 เกณฑ์การประเมินความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
ความคิดสร้างสรรค์	ยกตัวอย่างได้ สอดคล้องกับเงื่อนไขกับเงื่อนไข 5 ข้อ	ยกตัวอย่างได้ สอดคล้องกับเงื่อนไขกับเงื่อนไข 4 ข้อ	ยกตัวอย่างได้ สอดคล้องกับเงื่อนไขกับเงื่อนไข 3 ข้อ	ยกตัวอย่างได้ไม่ สอดคล้องกับเงื่อนไข/ยกตัวอย่าง สอดคล้องกับเงื่อนไขไม่ถึง 3 ข้อ
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

4.2 เกณฑ์การตัดสิน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
4	4	ดีเยี่ยม
3	3	ดี
2	2	ผ่าน
1	1	ต้องปรับปรุง

ตอนที่ 5 ประเมินกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ

5.1 เกณฑ์การประเมิน มโนทัศน์ และการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการ

นำเสนอ

ประเด็นที่ ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	ผ่าน (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. จำนวนเรื่องที่ นำเสนอ	นำเสนอหัวเรื่องย่อย ครบ 3 เรื่อง คือ - การอ่านและการ เขียนทศนิยม - การเปรียบเทียบ ทศนิยม - การเขียนเศษส่วน ในรูปทศนิยม	นำเสนอหัวเรื่อง ย่อย 2 เรื่อง	นำเสนอหัวเรื่อง ย่อย 1 เรื่อง	ไม่มีการระบุเรื่อง ย่อย
2. ความสมบูรณ์ ของมโนทัศน์แต่ละ เรื่อง	มโนทัศน์แต่ละเรื่อง ที่นำเสนอมีความ ถูกต้อง	มโนทัศน์ที่นำเสนอ ถูกต้อง 2 เรื่องย่อย	มโนทัศน์ที่นำเสนอ ถูกต้อง 1 เรื่องย่อย	มโนทัศน์ที่นำเสนอ ไม่ถูกต้อง
3. การยกตัวอย่าง ประกอบมโนทัศน์	มีการยกตัวอย่าง ประกอบมโนทัศน์ ได้ถูกต้องทุกเรื่อง ย่อย	มีการยกตัวอย่าง ประกอบมโนทัศน์ ได้ถูกต้อง 2 เรื่อง ย่อย	มีการยกตัวอย่าง ประกอบมโนทัศน์ ได้ถูกต้อง 1 เรื่อง ย่อย	ไม่มีการยกตัวอย่าง ประกอบมโนทัศน์ นั้นๆ หรือมี แต่ไม่ ถูกต้อง
รวมระดับคุณภาพทั้งหมด				

5.2 เกณฑ์การตัดสิน มโนทัศน์ และการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการ

นำเสนอ

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
11-12	4	ดีเยี่ยม
8-10	3	ดี
5 - 7	2	ผ่าน
3 - 4	1	ต้องปรับปรุง

การประเมินความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

พิจารณาจากคะแนนที่นักเรียนทำได้จากข้อสอบที่วัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 ด้าน โดยการนำคะแนนที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดแล้วตัดสินความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การตัดสิน ดังนี้

เกณฑ์การตัดสิน ความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผลรวมระดับคุณภาพที่ได้	คะแนนที่ได้	ระดับคุณภาพ
18 - 20	4	ดีเยี่ยม
14 - 17	3	ดี
9 - 13	2	ผ่าน
5 - 8	1	ต้องปรับปรุง



แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน
ประกอบการวิจัย เรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน
เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

คำอธิบาย

1. แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน แต่ละตอนสอบถามในเรื่องต่อไปนี้
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านกระบวนการเรียนการสอน
 - ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะทั่วไป
2. แบบสอบถามฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน
 ขอให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริงและตอบให้ครบทุกข้อ ทุกตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์
 และเป็นประโยชน์กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยขอขอบใจที่นักเรียนให้ความ
 ร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

นายพนวิจน์ ลภัสภิญโญโชค
 นักศึกษาปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน
 มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำอธิบาย โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน ตามความเป็นจริง

1. เพศ

1. ชาย

2. หญิง

ตอนที่ 2 สภาพการเรียนรู้การสอน

คำอธิบาย โปรดเขียนเครื่องหมาย \surd ลงใน ช่องประเมินระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนที่ครูจัดให้กับนักเรียน ตามความคิดเห็นของนักเรียน โดยจำแนกเป็น 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	ประเด็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน						
1	นักเรียนมีส่วนร่วมกับครูในการกำหนดเป้าหมายในการเรียนแต่ละครั้ง					
2	นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อนและครู					
3	นักเรียนได้ความเป็นอิสระในการเรียนรู้ของตนเอง					
4	นักเรียนมีอิสระในการวางแผนการเรียนรู้และหาความรู้ด้วยตนเอง					
5	นักเรียนได้รับความช่วยเหลือระหว่างเพื่อนในการเรียน					
ด้านบทบาทของครูที่แสดงออกต่อนักเรียนในการเรียนการสอน						
6	ครูมีการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนเริ่มสอน					
7	ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเริ่มสอน					
8	ครูให้การช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนการสอน					
9	ครูมีการให้คะแนนทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล					
10	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน					
ด้านการฝึกปฏิบัติกิจกรรมโน้ตสน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์						
11	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูทำให้นักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนได้					
12	นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่มและฝึกตนเอง					
13	นักเรียนได้ฝึกการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์					

ข้อ ที่	ประเด็น	ระดับความความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
14	นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม					
15	นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม					
16	นักเรียนได้ฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยการชี้แนะของครู รวมทั้งฝึกด้วยตนเองและฝึกกับเพื่อนเป็นกลุ่ม					
ด้านผลของการฝึกปฏิบัติการมนักสนและกระบวนการทางคณิตศาสตร์						
17	นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนเพิ่มมากขึ้น					
18	นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้ปัญหา					
19	นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์					
20	นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์					
21	นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์					
22	นักเรียนมีความสามารถในการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์					

ตอนที่ 3 การเขียนสะท้อนตนเองเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. นักเรียนรู้สึกอย่างไรต่อวิธีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่ครูจัดให้กับนักเรียน

.....

2. นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ครูจัดให้กับนักเรียน

.....

3. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้อย่างไร

.....



ภาคผนวก ง
ผลการทดสอบใช้ภาคสนาม

ตารางที่ 34 แสดงผลการหาประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริม
 มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P
 Model) โดยการทดลองภาคสนาม (Filed Tryout)

นักเรียน คนที่	คะแนนความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์													
	หน่วยที่ 1 เรื่องทศนิยม						หน่วยที่ 2 เรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม							
	ระหว่างเรียน					หลัง เรียน (24)	ระหว่างเรียน						หลัง เรียน (24)	
	คะแนนเฉลี่ยแต่ละแผน (10)				\bar{X}		คะแนนเฉลี่ยแต่ละแผน (10)							\bar{X}
	ผ.1	ผ.2	ผ.3	ผ.4			ผ.1	ผ.2	ผ.3	ผ.4	ผ.5	ผ.6		
1	9.25	9.00	9.68	9.00	9.25	22	9.00	8.75	9.33	9.20	9.17	9.25	9.14	22
2	8.25	9.00	9.67	9.33	9.15	23	8.25	9.00	9.67	9.60	9.33	9.00	9.21	20
3	8.00	7.25	9.67	8.67	8.55	23	8.25	8.00	9.33	8.60	8.33	9.00	8.62	23
4	9.00	8.75	9.67	9.83	9.40	20	9.00	8.75	9.67	9.60	9.83	9.25	9.41	20
5	8.75	9.00	8.83	8.83	8.85	22	8.75	9.00	8.83	9.00	8.83	9.75	9.00	22
6	7.75	8.00	8.83	8.67	8.40	23	7.75	8.00	8.33	8.60	9.33	8.00	8.41	23
7	8.75	8.25	9.17	8.33	8.65	23	8.75	8.25	9.17	9.00	8.67	9.00	8.83	23
8	8.75	9.25	9.17	10.00	9.35	24	8.75	9.25	9.33	9.60	9.83	9.25	9.38	20
9	8.75	7.75	8.67	9.17	8.65	22	8.75	7.75	8.17	9.60	9.17	8.75	8.73	22
10	7.75	8.25	8.00	8.67	8.20	20	7.50	8.25	8.17	9.00	8.83	7.75	8.31	20
11	9.25	8.75	9.17	9.33	9.15	19	8.75	8.75	9.00	9.60	9.33	8.25	9.00	20
12	8.00	9.00	7.83	8.17	8.20	22	7.75	9.00	8.00	8.80	8.17	7.75	8.24	22
13	9.00	8.25	8.83	8.83	8.75	19	8.25	8.25	8.67	9.00	8.33	8.25	8.48	19
14	8.75	8.75	8.67	8.00	8.50	20	8.75	8.50	8.00	7.80	8.00	8.25	8.17	20
15	8.00	8.00	8.67	8.83	8.45	22	7.75	8.00	8.33	8.80	8.67	8.00	8.31	22
16	8.75	8.00	8.00	8.00	8.15	22	8.75	8.00	8.00	8.20	8.00	8.75	8.24	22
17	8.25	7.25	7.33	7.17	7.45	18	8.25	7.25	7.83	7.20	7.83	7.75	7.69	20
18	8.25	7.25	7.33	7.17	7.45	14	8.25	7.25	7.67	7.20	7.33	8.25	7.62	14
19	7.00	8.75	7.67	7.33	7.65	17	7.00	8.75	7.67	7.60	7.83	7.25	7.69	17
20	8.25	8.00	7.83	7.17	7.75	19	7.25	8.00	8.00	7.20	7.17	7.75	7.55	19
21	9.00	7.75	6.83	7.33	7.60	19	9.00	7.75	7.00	7.60	7.33	8.25	7.72	19
22	8.00	8.00	7.67	7.00	7.60	15	8.00	8.00	7.67	7.00	7.67	8.00	7.69	15

ตารางที่ 34 แสดงผลการหาประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริม
 มโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา (5P
 Model) โดยการทดลองภาคสนาม (Filed Tryout) (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนความสามารถด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์													
	หน่วยที่ 1 เรื่องทศนิยม					หน่วยที่ 2 เรื่อง การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม								
	ระหว่างเรียน				หลัง เรียน	ระหว่างเรียน						หลัง เรียน		
	คะแนนเฉลี่ยแต่ละแผน (10)					\bar{X}	คะแนนเฉลี่ยแต่ละแผน (10)						\bar{X}	
	ผ.1	ผ.2	ผ.3	ผ.4	ผ.1		ผ.2	ผ.3	ผ.4	ผ.5	ผ.6			
23	7.75	7.00	7.83	7.67	7.60	17	7.75	7.00	7.83	7.80	7.67	7.25	7.59	17
24	7.75	8.25	6.00	6.17	6.85	16	7.75	8.25	6.00	6.20	6.67	7.75	6.97	16
25	7.25	8.00	5.83	6.17	6.65	18	7.75	7.75	6.00	6.20	6.33	7.00	6.72	18
26	6.75	7.75	6.67	6.33	6.80	14	7.00	7.75	6.50	6.40	6.67	7.00	6.83	14
27	7.25	7.25	8.00	7.83	7.65	20	7.75	7.25	7.50	7.60	7.00	7.00	7.35	20
28	9.00	7.75	7.33	7.00	7.65	19	8.00	7.75	6.83	6.80	6.83	6.75	7.10	19
29	8.75	8.25	9.00	7.67	8.40	18	8.00	8.00	7.00	6.80	6.83	6.25	7.10	18
30	7.25	9.25	8.00	7.67	8.00	14	7.00	7.25	7.33	6.80	7.50	6.75	7.14	14
31	8.00	8.00	7.17	6.83	7.40	17	7.25	7.25	7.17	6.80	6.83	7.00	7.03	17
\bar{X}	8.23	8.19	8.16	8.01	8.13	รวม	8.09	8.09	8.00	8.04	8.04	8.01	8.04	รวม
E_1	82.34	81.86	81.61	80.05	81.34	601	80.89	80.89	80.00	80.39	80.43	80.08	80.41	597
E_2						80.78								80.24

ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) โดยภาพรวม 80.79 / 80.51

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	นายปพนวัจน์ ลภัสภิญโญโชค
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 160 หมู่ 2 ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี
ที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านหนองยาว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา สุพรรณบุรี เขต 3
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2528	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2534	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสองพี่น้องวิทยา จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2538	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) วิชาเอกการประถมศึกษา จากสถาบันราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
พ.ศ. 2542	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2555	ศึกษาต่อปริญญาปรัชญาคุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน กลุ่มวิชาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2538 – ปัจจุบัน	รับราชการครู โรงเรียนบ้านหนองยาว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สุพรรณบุรี เขต 3