

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพ
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กุมภาพันธ์ 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุชนีพนธ์และคณะกรรมการสอบดุชนีพนธ์ ได้พิจารณา
ดุชนีพนธ์ของ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาดุชนีพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมดุชนีพนธ์

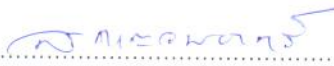

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.จันทิพร พรหมมาศ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาติรี)

คณะกรรมการสอบดุชนีพนธ์


.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต)


.....กรรมการ
(ดร.จันทิพร พรหมมาศ)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาติรี)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐี ศิริสวัสดิ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับดุชนีพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาดุชนีพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 16 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ ดร.จันทิพร พรหมมาศ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาติตรี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่สละเวลาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของดุษฎีนิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เชนจิต เป็นประธานในการสอบ ดุษฎีนิพนธ์ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ กรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อคิดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงแก้ไขให้ดุษฎีนิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ที่ได้ให้ความรู้ และประสบการณ์ที่มีค่าแก่ผู้วิจัยตลอดการศึกษา

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาสละเวลาในการตรวจแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย ดำสุวรรณ ที่ให้คำปรึกษาด้านสถิติวิจัย และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทรา อมราพิทักษ์ ที่สละเวลาตรวจแก้ไขภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำดุษฎีนิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่ให้โอกาสแก่ผู้วิจัยเข้ารับการศึกษาต่อในระดับดุษฎีบัณฑิต ขอชื่นชมนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่ให้ความร่วมมือ และขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาหลักสูตรและการสอนทุกคนสำหรับมิตรภาพ ความช่วยเหลือ และกำลังใจตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่ช่วยดูแลให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจอันสำคัญอย่างดีของผู้วิจัย เพื่อให้ผู้วิจัยได้ศึกษาอย่างเต็มที่

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย

55810129: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้/ แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้/ สมรรถภาพ

ทางคณิตศาสตร์

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย: การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี

การสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

(THE DEVELOPMENT OF LEARNING MODEL BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY TO ENHANCE MATHEMATICAL COMPETENCY FOR MATHAYOMSUKSA ONE

STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมคุรุวิชาชีพ: จันทพร พรหมมาศ, ค.ด., สุมาลี กาญจนชาติรี, ค.ด. 142 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น การวิจัยแบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และระยะที่ 3 การประเมินผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างในการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยสุ่มแบบเจาะจง ได้นักเรียน จำนวน 38 คน วัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองสอนเป็นเวลา 5 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นความขัดแย้งทางความคิด ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง และขั้นตรวจสอบความรู้ และ 4) การวัดและประเมินผล

2. ผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

55810129: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; Ed.D.
(CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORDS: DEVELOPMENT OF LEARNING MODEL/ CONSTRUCTIVIST THEORY/
MATHEMATICAL COMPETENCY

SOONTAREE PALAWATCHAI: THE DEVELOPMENT OF LEARNING MODEL
BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY TO ENHANCE MATHEMATICAL COMPETENCY
FOR MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: CHANPHORN
PROMMAS, Ph.D., SUMALEE KANCHANACHATREE, Ph.D. 142 P. 2016.

The purposes of this study were 1) to develop a learning model based on the constructivist theory to enhance mathematical competency of mathayomsuksa one students, 2) to evaluate results of a field try-out of the developed learning model. The research process consisted of three phases: 1) the development of a learning model based on constructivist theory to enhance mathematical competency 2) preparation for implementing the developed learning model and 3) to evaluate the efficiency of the learning model. The samples used for evaluating the developed learning model were selected purposively to get 38 grade seven students at Kasetsart University Laboratory School Research and Development. The evaluation took place before and after implementing the developed model.

The findings of this research were as follows:

1. The developed learning model composed of four components: 1) the principle 2) the objectives 3) the learning process with four stages: cognitive conflict, learning from a hands-on lesson, summarizing and checking, and 4) the measurement and evaluation

2. The evaluation results of field try-out of the developed learning model showed that the mean scores of conceptual mathematics and reasoning mathematics on post-learning were higher than those of the pre-learning at the .05 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
คำถามของการวิจัย	6
สมมติฐานของการวิจัย	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
หลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	11
การสอนคณิตศาสตร์	12
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์	18
แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้	22
สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์	39
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้	49
3 วิธีดำเนินการวิจัย	54
ระยะที่ 1 การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์	56

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น.....	69
ระยะที่ 3 การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น.....	75
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	78
ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	80
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	85
สรุปผลการวิจัย	85
อภิปรายผล	86
ข้อเสนอแนะ.....	91
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก.....	112
ภาคผนวก ก	113
ภาคผนวก ข	115
ภาคผนวก ค	121
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	142

สารบัญญัตราสาร

ตารางที่		หน้า
1	การวิเคราะห์แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ...	32
2	การสังเคราะห์ขั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้.....	63
3	แนวทางในการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้มาจากการวิเคราะห์ขั้นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น	65
4	แผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบ	71
5	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยการใช้มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ในภาพรวม.....	80
6	ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว เป็นรายด้านของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัด การเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มเป็นรายด้าน	82
7	ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น.....	83
8	ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้านของ กลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มเป็นรายด้าน	84

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	55
3 หลักการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	59
4 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์	61
5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์	62
6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพ ทางคณิตศาสตร์	67
7 การกระจายของคะแนนดิบการใช้โมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์รายบุคคลก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น.....	81
8 การกระจายของคะแนนดิบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รายบุคคลก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น.....	83

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม เทคโนโลยี และวัฒนธรรม การพัฒนาผู้เรียนซึ่งเป็นกำลังสำคัญของชาติไทยในอนาคต จึงต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานที่จะเป็นพื้นฐานของการเข้าสู่สภาพการเป็นเศรษฐกิจฐานความรู้ที่ทัดเทียมประเทศอื่น ๆ ในโลก และเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืน การศึกษานับว่าเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนากำลังคนที่จะช่วยผลักดันประเทศให้ก้าวสู่เวทีโลก อย่างมั่นคง การเรียนโดยการท่องจำ หรือมุ่งเน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลักที่พบเห็นในห้องเรียนทั่วไป มักเน้นครูเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งอาจพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ครบทุกด้านได้ไม่เต็มที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสังคมได้ ดังนั้น ครูผู้สอนควรค้นหาวิธีสอนที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนให้มีศักยภาพเพียงพอและสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับปรับปรุง (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ในมาตรา 22 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และมาตรา 24 ที่กำหนดว่าควรฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ปลูกฝังค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา รวมถึงมีการทำกิจกรรม ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น เพื่อพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2553) นอกจากนี้ รัฐได้มีการกำหนดนโยบายพัฒนา การศึกษาตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ว่าควรส่งเสริม และสนับสนุนให้ประชาชนทุกคนได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ยกย่องคุณภาพและมาตรฐาน ของนักเรียนโดยเน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ ความเข้าใจมาใช้ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 16) จากความสำคัญ ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติและนโยบายการศึกษาดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น แนวคิด

ด้านการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้คิด ได้ลงมือปฏิบัติ จากสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งสามารถประยุกต์องค์ความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตได้จริง การจัดการเรียนรู้ลักษณะเช่นนี้ จะประสบผลสำเร็จไม่ได้หากครูและนักเรียนยังไม่ปรับเปลี่ยนบทบาทของตนเอง การเปลี่ยนแปลง จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อทั้ง 2 ฝ่าย เปลี่ยนทั้งพฤติกรรมการเรียนและการสอน เนื่องจากครูเป็นผู้ดำเนินการและรับผิดชอบต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นครูควรจะต้องเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนของตนเองก่อน เมื่อสภาพการเรียนการสอนเปลี่ยน นักเรียนจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ไปตามสภาพที่จัดให้ การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนการสอนนั้น จะให้ความสำคัญกับการคิดและการให้เหตุผล เพราะนักเรียนที่ใช้การคิดในการคัดเลือกข้อมูล จะนำไปสู่การให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน หากครูจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียน มีการใช้ความคิดในการเลือกตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ อย่างถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ การพัฒนานักเรียนให้ใช้ความคิด และการให้เหตุผลนั้นจำเป็นต้องฝึกฝนจึงจะเกิดขึ้นได้ ดังนั้นครูควรสร้างพื้นฐานในการเรียนรู้ในเรื่อง การคิดและให้เหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับจิรนนท์ วัชรกุล (2546) ที่เสนอว่า การมีความสามารถในการคิดจะช่วยให้บุคคลนั้นสามารถค้นหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง และหากมีความสามารถในการคิดแล้ว ย่อมทำให้ตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล ไม่ถูกครอบงำโดยง่าย เพราะการที่เราตัดสินใจที่ได้พบเห็นหรือได้ยินได้ฟังนั้นต้องมีวิจรรณญาณในการรับข้อมูลเป็นอย่างดี

การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) พบปัญหาที่ต้องเร่งปรับปรุงแก้ไข พัฒนาและต่อยอด โดยเฉพาะด้านคุณภาพนักเรียน ครูและบุคลากรทางการศึกษา ประสิทธิภาพของการบริหารจัดการ รวมทั้งการเพิ่มโอกาสทางการศึกษา เนื่องจากมีสถานศึกษา จำนวนมากไม่ได้มาตรฐาน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ขาดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่จะไปเรียนรู้ และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552, หน้า 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพด้านครูผู้สอนของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพ การศึกษา (2550, หน้า 81-96) ที่พบว่าครูมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและเน้นนักเรียนเป็นสำคัญมีคุณภาพอยู่ระดับดี เพียงร้อยละ 31.1 และ สมศ. ได้ให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายว่า คุณภาพที่ควรปรับปรุงด้านผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการคิด อย่างเป็นระบบ ความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อหลักสูตร ทักษะการแสวงหาความรู้ และพัฒนา ตนเองอย่างต่อเนื่อง และทักษะในการทำงาน รักการทำงาน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น สำหรับ ด้านผู้สอนมาตรฐานที่ต้องปรับปรุง คือ ความสามารถของครูในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

เป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือ การมุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียน มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการสื่อสาร การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้โดยมุ่งสร้างผู้เรียนให้มีสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ดังที่ Niss (2003) อธิบายว่า สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ในและนอกขอบเขตทั่วไปทางคณิตศาสตร์รวมถึงใช้คณิตศาสตร์เพื่อตัดสินใจและให้เหตุผล กล่าวได้ว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนนักเรียนควรมีความสามารถในการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจัดเป็นสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ

ดังนั้นหากครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หาคำตอบหรือสรุปเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง ตลอดจนยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุปได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล (Dressel & Lewis, 1995, p. 419) แต่การสอนคณิตศาสตร์ยังประสบปัญหา เนื่องจากครูส่วนมากยังใช้วิธีการสอนให้ท่องจำซึ่งเป็นวิธีแบบเก่าที่ครูคุ้นเคย และคิดว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ การสอนคณิตศาสตร์แบบที่ผ่านมาจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถใช้มโนทัศน์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับนานาชาติของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลการศึกษา (The international association for the evaluation of educational achievement: TIMSS) ที่เรียกว่า TIMSS-2011 ซึ่งมีประเทศเข้าร่วมทั้งหมด 63 ประเทศ พบว่า ประเทศไทย ได้คะแนนความรู้คณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผล 429 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยค่ากลาง คือ 500 คะแนน และอยู่ในลำดับที่ 57 (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 ข) และผลการประเมินคณิตศาสตร์ในระดับนานาชาติ PISA (Program for international student assessment) ที่ประเมินจากผู้ที่จบการศึกษาภาคบังคับหรือกลุ่มอายุ 15 ปี พบว่า ในปี ค.ศ. 2012 เด็กไทยได้คะแนน ด้านคณิตศาสตร์ 427 คะแนน รู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน ส่วนโรงเรียนสาธิตมีคะแนนเทียบเท่ามาตรฐานนานาชาติ คือ 494 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 ข) จากผลการประเมิน PISA ดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่า นักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับของประเทศไทย เมื่อเทียบกับประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ไม่สามารถแสดงศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต โดยเฉพาะขีดความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยไม่สูงพอจะแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่นหรือประเทศในแถบยุโรปได้ การจัดการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ของประเทศไทยถือได้ว่าเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วน ทั้งในเรื่องของครู ทรัพยากรการเรียน และการจัดการต่าง ๆ ในระบบโรงเรียน นอกจากนี้ ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2556 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย 25.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.25 จะเห็นได้ว่า ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม 100 คะแนน จากผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ทั้งระดับนานาชาติ และระดับประเทศ แสดงว่า นักเรียนยังเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ ไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนยังไม่บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรอย่างแท้จริง เพราะจุดหมายปลายทางของการเรียนการสอนคือ การทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้

Constructivism หรือที่เรียกว่าทฤษฎีการสร้างความรู้ มีหลักการสำคัญ คือ นักเรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง มีการวางแผน ดำเนินงานและปรับเปลี่ยนวิธีการ ด้วยการทำให้ตัวเองเรียนรู้อย่างมีความหมาย เข้าใจเนื้อหาที่เรียนอย่างลึกซึ้ง (Deep understanding) จนสร้างความหมายของสิ่งนั้นด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในบริบทอื่นได้ (Curry & Kadasah, 2003; Ennis, 1994; Murphy, 1997; Wilson, 1996)

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ จึงให้ความสำคัญว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในนักเรียน นักเรียนสร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับ ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนให้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาโดยการจัดสภาพการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดภาวะไม่สมดุลทางปัญญาขึ้นคือ สภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ ต้องมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับประสบการณ์ใหม่มากขึ้น

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ สามารถนำมาปรับใช้เพื่อให้ได้วิธีการเรียนรู้มากกว่าให้ตัวความรู้โดยตรง ซึ่งมีเป้าหมายสูงสุดต้องการให้นักเรียนเป็นผู้รักการเรียนรู้ และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ ตระหนักถึงบทบาท ความสามารถในการควบคุมตนเอง ในกระบวนการเรียนรู้และการคิดอย่างมีเหตุผล ตลอดจนมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนอย่างลึกซึ้ง และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ (Clements, 1997, p. 199; Jonassen, 1991, p. 32; Driscoll, 1994, p. 365) นักการศึกษาหลายคน เช่น Ausubel (1968), Clements and Battista (1990) และ Polya (1987) ต่างให้ความเห็นสอดคล้องกันว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่ใช่ผลผลิตที่นักเรียนควรจะได้รับจากครู แต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรมีประสบการณ์ในชั้นเรียนด้วยตนเอง และเชื่อว่าการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นจากการถ่ายทอดหรือซึมซับจากครูแต่เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้น

ภายในตัวของนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเองจากการหาความสัมพันธ์หรือ เชื่อมโยงสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีมาก่อน นักเรียน จึงจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเขาได้สร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของเขาขึ้นมาโดยผ่านการกระทำในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการของตนเอง นอกจากนี้ จากการศึกษาวิจัยของ Campbell (1997, p. 106) เกี่ยวกับวิธีเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน พบว่าหากครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดเองนักเรียนมักจะใช้วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างไปจาก วิธีการที่ผู้ใหญ่ชอบใช้ และพบว่า บางครั้งนักเรียนจะใช้วิธีการและยุทธวิธีซึ่งในมุมมองของผู้ใหญ่ อาจดูไม่ถูกต้อง ไม่สมบูรณ์ ไม่ถูกหลักการของการให้เหตุผล หรือไม่มีประสิทธิภาพพอ ขณะที่ นักเรียนมองว่าวิธีการเหล่านั้นกลับเป็นสิ่งที่ชัดเจน และมีเหตุผล ดังนั้นการสอนที่ตั้งอยู่บน ความคิดของนักเรียนจึงมีประโยชน์ต่อความเข้าใจ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในการคิด การใช้เหตุผล และสามารถอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล

นอกจากนี้ Piazza (1995 อ้างถึงใน สุขุมมา เอการัมย์, 2549) ได้เสนอว่านักเรียนที่เรียนรู้ คณิตศาสตร์และฝึกทักษะการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้การสร้างความรู้ เป็นการนำนักเรียนให้เข้าไปสู่การประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานเดิมที่มีอยู่มาเชื่อมโยงกับความรู้ วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายซึ่งสะท้อนให้เห็นศักยภาพและความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน มีความแตกต่างกันและผลที่เกิดจากกิจกรรมนั้นแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางความคิดและการให้ เหตุผลของนักเรียนที่อยู่บนฐานของหลักการทางคณิตศาสตร์มากกว่าความรู้สึกร่วมตัว จะเห็นได้ จากการเชื่อมโยงแนวคิดคณิตศาสตร์ไปสู่สาระอื่น ๆ ในระหว่างการแก้ปัญหาเพื่อยุติการโต้แย้ง และการตรวจสอบยุทธวิธีของนักเรียน (ปรีชากร ภาชนะ, 2553) และสอดคล้องกับผลการวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิธีสอนโดยใช้แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ได้มีผู้วิจัยและทดลองแล้ว ใช้ได้ผลกับการสอนคณิตศาสตร์ ดังงานวิจัยของ Makanong (2000) และ Wohlstetter and Sebring (2010)

จากแนวคิดทฤษฎี ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ มาสร้างเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดประโยชน์กับนักเรียน และครูผู้สอน โดยเลือกศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ให้แก่แก่นักเรียนก่อนที่จะเรียนในระดับที่สูงขึ้นไป และเป็นช่วงที่นักเรียนสามารถ คิดปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยใช้การคิดหาเหตุผลอย่างแท้จริง เข้าใจกระบวนการคิดย้อนกลับ

ขั้นสูงและมีความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ตามขั้นการพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ จึงเป็นช่วง ที่เหมาะสมแก่การจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบที่ส่งเสริมการใช้มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลทางตรงให้ เยาวชนของชาติมีความรู้ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ให้มีคุณภาพหรือศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริม สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ในด้าน
 - 2.1 การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำถามของการวิจัย

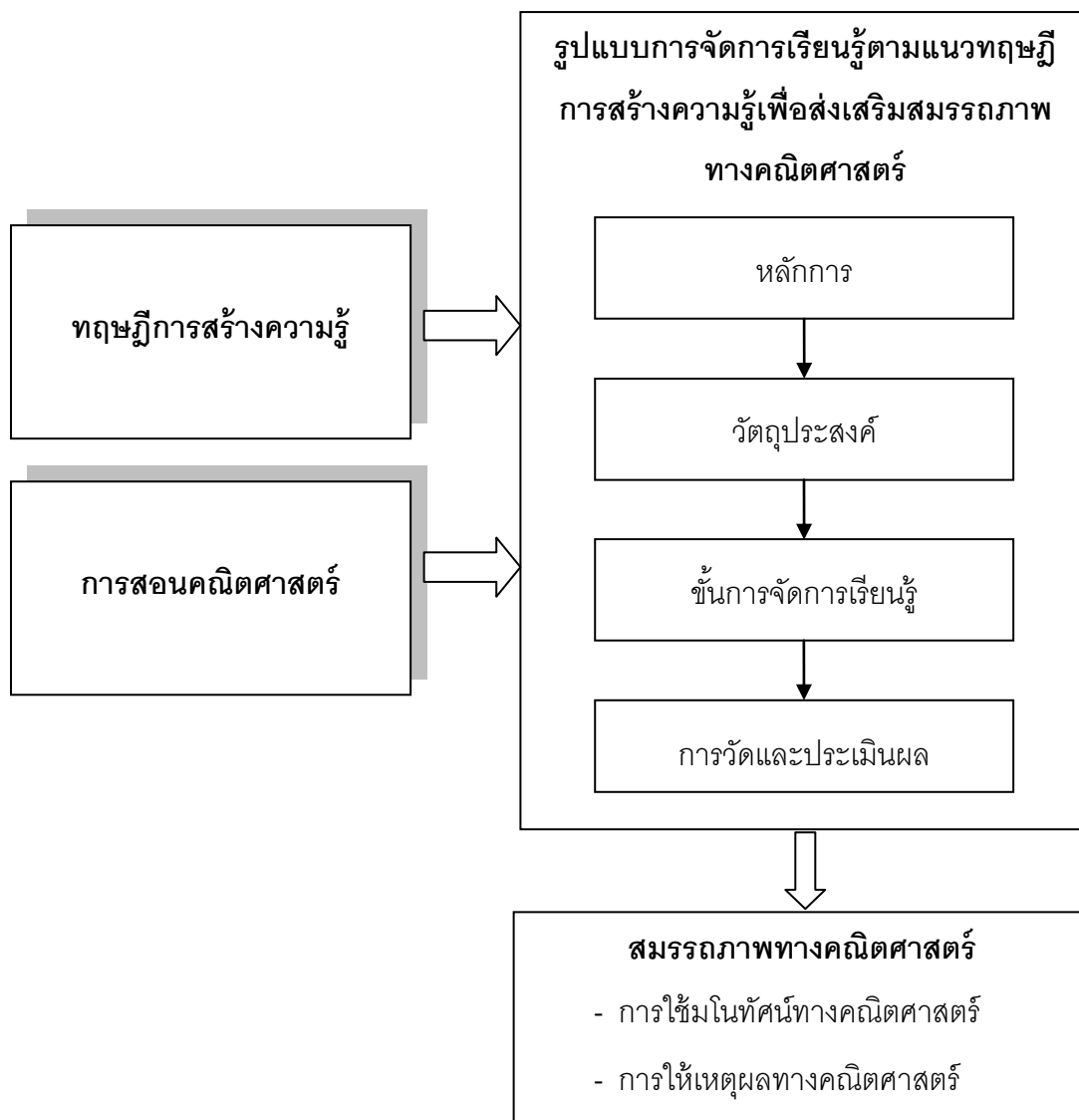
1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพ ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นอย่างไร
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้หรือไม่

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อสังเคราะห์ เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริม สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ได้นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักการศึกษาและครูในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้มาใช้ในการพัฒนาครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ให้สามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการใช้มีโนทัศน์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. นักการศึกษา ครูและนิสิต สามารถใช้กระบวนการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้มโนทัศน์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนี้ เป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านอื่น ๆ ที่แตกต่างจากงานวิจัยครั้งนี้

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 โรงเรียน ซึ่งได้โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรในการทดลองเพื่อศึกษาคูณภาพของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

2.2 ตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ประกอบด้วย

2.2.1 การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.2.2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. ในการทดลองเพื่อศึกษาคูณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้น ใช้สาระการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ๆ ดังนี้

3.1 แบบรูปและความสัมพันธ์

3.2 ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.3 คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.4 สมบัติการเท่ากัน

3.5 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.6 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4. ระยะเวลาในการดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี 2 ระยะ ดังนี้

4.1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.2 หาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 5 สัปดาห์

5. การประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประเมินจากสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การสร้างแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ อย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้เกิดผลแก่ผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และระยะที่ 3 การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบแผนการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนได้คิดวางแผนวิธีการค้นหาคำตอบด้วยตนเองร่วมกัน เรียนรู้และทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้แย้งหรือสนับสนุนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ทั้งนี้ในการเรียนรู้ตามรูปแบบนี้จะดำเนินตามขั้นตอนเป็นลำดับต่อเนื่อง

3. สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและความชำนาญทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่แสดงออกให้สังเกตได้และวัดได้ ประกอบด้วย การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.1 การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความหมายทางสัญลักษณ์ หลักการ รูปแบบ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลของนักเรียนเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้าง

4. ประเมินผลการใช้รูปแบบ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินไม่เกิน 1.00 และเป็นรูปแบบที่สามารถทำให้นักเรียนมีสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด หลักการและทฤษฎีจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การสอนคณิตศาสตร์
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์
4. แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้
5. สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์
6. การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีสาระที่จะต้องเรียนทั้งหมด 6 สาระ ได้แก่
- สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
 - สาระที่ 2 การวัด
 - สาระที่ 3 เรขาคณิต
 - สาระที่ 4 พีชคณิต
 - สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
 - สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสาระที่ 4 และ 6 มาเป็นสาระสำคัญในการประเมินผล การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดเป็นกรอบแนวคิดด้านเนื้อหาเพื่อให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักสูตรที่มีในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วย สาระ มาตรฐาน และจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6. 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. วิเคราะห์แบบรูปที่กำหนดให้และเขียน ความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้ได้
2. ระบุจำนวนที่เป็นคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
3. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายโดยใช้สมบัติของการเท่ากันได้
4. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแทนสถานการณ์หรือ ปัญหาอย่างง่ายได้
5. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้
6. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

การสอนคณิตศาสตร์

ในประเด็นการสอนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ ทุกประเทศต่างตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของคณิตศาสตร์จึงได้กำหนดให้ทุกคนต้องเรียนคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษากลจึงเป็นศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีในโลกต่างใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร สื่อความหมายซึ่งกันและกัน คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์เพราะสามารถอธิบายให้นักเรียนทุกคนยอมรับได้ และคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นตรรกวิทยา เพราะเป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยเหตุผล (ปานทอง กุลนาตศิริ, 2546) วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดเป็นระบบระเบียบแบบแผน คิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์

วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ (ดูจเดือน พันธมนาวิน และอัมพร ม้าคนอง, 2545) นอกจากนี้อาชีพเกือบทุกแขนงไม่ว่าจะเป็นทางวิทยาศาสตร์ หรือสังคมศาสตร์ต้องเกี่ยวข้องกับงานวิจัย ซึ่งจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ (ฉวีวรรณ เศวตมาลย์, 2545) จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ประกอบกับแนวการจัดการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถ เรียนรู้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องสอดคล้อง กับชีวิตจริง (Real-world connections) เพราะจะทำให้เกิดประโยชน์หลากหลายแก่นักเรียน ดังเช่น การเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การกระตุ้นการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์คณิตศาสตร์ในปัญหาที่เป็นจริงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานที่ทำงาน (Ginsburg & Oppen, 1969) นอกจากนี้แนวคิด ทางคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นกิจกรรมของมนุษย์ การเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรให้นักเรียนได้มีโอกาส สร้างสรรค์และเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติกิจกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวนักเรียนเอง (Freudenthal, 1970 อ้างถึงใน ชานนท์ จันทรา, 2550)

หลักการสอนคณิตศาสตร์

หลักการสอนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่นักการศึกษาและครูผู้สอนต้องคำนึงถึงในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละสาระเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพของนักเรียน แต่ละบุคคล

ในประเด็นหลักการสอนคณิตศาสตร์ Reys, Suydam and Lindquist (1995) ได้กล่าวถึง หลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น โดยครูต้องจัดเตรียมประสบการณ์ ที่กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนให้มีส่วนร่วมในการกระตือรือร้น โดยครูต้องจัดเตรียมประสบการณ์ ที่ปฏิบัติและต้องเป็นการปฏิบัติที่มีการใช้ความคิดเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การมีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน การมีประสบการณ์ตรงจากการใช้สื่อปฏิบัติการ หรือการใช้ อุปกรณ์การเรียนรู้
2. การเรียนรู้คือการพัฒนา นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี เมื่อเนื้อหาคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมกับพัฒนาการของนักเรียนในรูปแบบที่ทำให้มีความสนุกสนานและน่าสนใจ
3. การเรียนรู้เกิดจากความรู้ที่มีมาก่อนแล้ว ซึ่งความรู้ที่มีอยู่เดิมมีความสำคัญ ต่อกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์มาก โดยครูจะต้องจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ มีความเหมาะสมและสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจได้

4. การสื่อสารมีส่วนสำคัญในการสร้างความเข้าใจ เนื่องจากการสื่อสารแลกเปลี่ยน ข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยการปฏิบัติสามารถนำไปสู่โอกาสที่หลากหลายในการคิด การฟัง และการพูดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการพูด การอธิบาย การคาดการณ์และการอภิปราย การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนโดยใช้วาจาหรือการเขียนเป็นการกระตุ้นให้เกิดความเข้าใจ ลึกซึ้ง ดังนั้น ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนได้สื่อสารกันเองมากขึ้น

5. คำถามที่ดีช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ครู นักเรียนและ เพื่อนควรมีโอกาสที่จะถามคำถามซึ่งกันและกัน ซึ่งคำถามที่ดีนั้นสามารถกระตุ้นการคิด และการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดี

6. สื่อปฏิบัติช่วยในการเรียนรู้ สื่อปฏิบัติมีบทบาทสำคัญในการสอนนักเรียนให้เรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา การใช้อุปกรณ์หรือคุณลักษณะร่วมของมโนทัศน์ นั้น ๆ ปรากฏชัดเจนขึ้นสำหรับนักเรียน

7. อภิปัญญา (Metacognition) มีผลต่อการเรียนรู้ โดยอภิปัญญาเป็นการคิดที่เกี่ยวกับ ความคิดของตนเอง โดยการคิดทบทวนหรือคิดไตร่ตรองเพื่อวิเคราะห์ความคิดของตนเอง ช่วยให้นักเรียนสามารถควบคุมและปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมของตนเอง การพัฒนาทางอภิปัญญาของ นักเรียนจำเป็นต้องอาศัยการสังเกตและทบทวนความคิดของตนเอง

8. เจตคติของครูมีความสำคัญยิ่ง เจตคติที่ดีของครูที่มีต่อการเรียนการสอน มักส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เกิดแรงจูงใจ ใฝ่อยากเรียน

9. ประสบการณ์มีอิทธิพลต่อความวิตกกังวล เป็นความรู้สึกลบต่อคณิตศาสตร์ ดังนั้น ครูควรเน้นย้ำถึงความหมายและความเข้าใจมากกว่าการจดจำ ควรแสดง หรือสาธิต ยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหา จัดเตรียมประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ให้ผู้เรียนรู้สึก ซาบซึ้งในคุณค่า ประโยชน์ และความสำคัญของคณิตศาสตร์

10. ความถนัดตามธรรมชาติของแต่ละเพศนั้นมีความเท่าเทียมกัน ครูไม่ควรปฏิบัติ ต่อเด็กชายและเด็กหญิงในชั้นเรียนแตกต่างกัน

11. ความทรงจำสามารถทำให้ดีขึ้นได้ ความทรงจำเป็นลักษณะหนึ่งที่สำคัญ ของการเรียนรู้ โดยบริบทของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ ส่งผลให้เกิดการเชื่อมโยงความทรงจำระยะยาว การทบทวนความคิดสำคัญ ๆ เป็นระยะช่วยตอกย้ำความรู้และความสามารถ

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 8-9) ได้เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ดังนี้

1. สอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์

3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร และเรียนอย่างไร ต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชา และกระบวนการเรียนการสอน

4. สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรม มาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นหรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาอธิบายได้

5. จัดกิจกรรมการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวม เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

7. สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยงสื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปติดต่อ

8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง

9. ผู้สอนควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียน เพื่อจะได้จัดกิจกรรมการสอน ที่สอดคล้องกับผู้เรียน

10. สอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่ยาก และมีความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรม

11. สังเกต และประเมินการเรียนรู้ และความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้อง โดยใช้คำถามสั้น ๆ หรือการพูดคุยปกติ

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวว่า ครูจำเป็นที่จะต้องทราบหลักการสอนคณิตศาสตร์ และนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ในการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ มีความรู้ และประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งหลักการสอนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม

2. สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียนก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัว

3. สอนจากเรื่องที่ยากก่อนสอนเรื่องที่ยาก
4. สอนตรงตามเนื้อที่ต้องการสอน
5. สอนให้คิดตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล
6. สอนด้วยอารมณ์ขันทำให้ผู้เรียนเกิดความเพลิดเพลินโดยครูอาจใช้เกม ปริศนา เพลง
7. สอนด้วยหลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้กับผู้เรียน

โดยการใช้คำพูด เช่น ดีมาก ทำได้ถูกต้องแล้ว

8. สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เช่น วิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนของแมลงหวี่ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เรื่อง เลขยกกำลัง เพราะจำนวนแมลงหวี่มีคำตอบอยู่ในรูปของเลขยกกำลัง

นอกจากนี้ บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในการที่จะนำไปปฏิบัติเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้มากที่สุด นั่นคือแนวคิดที่ช่วยให้ผู้สอนกำหนดเงื่อนไขให้กับนักเรียน เพื่อจะให้นักเรียนรับเอาพฤติกรรมที่ต้องการไปปฏิบัติ และถ่ายทอดพฤติกรรมไปตามจุดประสงค์ของการสอน โดยสมมติฐานเกี่ยวกับเงื่อนไขการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นดังนี้

1. นักเรียนแต่ละคนจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นพฤติกรรมใหม่ได้จากสภาพแวดล้อมรอบตัวทั้งหมดของนักเรียน
2. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนเห็นว่าพฤติกรรมที่ต้องเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นต้องมีประโยชน์และมีบทบาทต่อความสนใจของนักเรียน
3. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนคิดว่าสิ่งที่เรียนนั้นมีความหมายต่อตัวนักเรียนและสามารถนำไปใช้ได้
4. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีความสนใจมาก่อน และสามารถใช้เวลาจำของความรู้เดิมที่จำเป็นมาประกอบการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับสิ่งใหม่ได้
5. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ
6. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเองมากกว่าการเรียนรู้โดยการฟังจากผู้สอนเท่านั้น
7. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อพฤติกรรมที่ผิดถูกกำจัดออกไป และเมื่อนักเรียนสามารถแยกพฤติกรรมที่ขัดแย้งต่อพฤติกรรมการเรียนรู้
8. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนแสดงให้เห็นว่ามีความก้าวหน้าไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

9. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อแผนการจัดการเรียนรู้ได้พัฒนาพฤติกรรมของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง

10. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนมีโอกาสต่อการปฏิบัติต่อการแก้ปัญหาในหลายรูปแบบและในเนื้อหาที่แตกต่างกัน

11. การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนมีโอกาสเห็นความสัมพันธ์ของพฤติกรรมใหม่กับพฤติกรรมเก่า และรู้ว่าทำอย่างไรจึงจะมีเทคนิคในการรับเอาพฤติกรรมใหม่มาเป็นของตน

การสอนคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่น่าสนใจ คือ การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปฏิสัมพันธ์ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นการอภิปราย การแบ่งปันความรู้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามตอบ และการทำงานกลุ่มย่อยแบบร่วมมือเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีปฏิริยาและตอบสนองต่อความรู้ ประสบการณ์ และความคิดเห็นของผู้สอนและเพื่อน ๆ นักเรียนจะได้ฝึกการจัดระบบความคิด การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล และพัฒนาทักษะทางสังคม (Lang, 1995 อ้างถึงใน อรไท อนุถาวร, 2545) เป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปฏิสัมพันธ์ มี 2 ประการ คือ

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการเข้าใจ กล่าวคือ นักเรียนจะสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการค้นหาคำตอบจากปัญหาหรือทำกิจกรรม

การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดปฏิสัมพันธ์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยง และการสื่อความหมาย (Holmes, 1995 อ้างถึงใน อรไท อนุถาวร, 2545)

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้เปลี่ยนแปลงจากที่เคยเน้นการเรียนรู้เนื้อหาสาระเป็นเน้นทักษะกระบวนการ รวมถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ทั้งนี้เหตุผลหนึ่งมาจากสังคมต้องการคนที่มีความรู้และทักษะเฉพาะมากขึ้น จึงต้องมีการแปลงความรู้ในโรงเรียน (School knowledge) ไปสู่ความรู้ในการทำงาน (Work knowledge) ซึ่งความสามารถนี้มีความสำคัญอย่างมากต่อการศึกษาคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง, 2549) เช่นเดียวกับที่ Cottrell (2001) กล่าวว่า ผู้ประกอบการต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ทักษะทางวิชาการที่เรียนมาไปสู่ทักษะของการทำงานได้ โดยผ่านกิจกรรมทางวิชาการหลาย ๆ ด้าน และด้านหนึ่งก็คือ กิจกรรมทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และสถิติ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวนี้สามารถ

พัฒนานักเรียนให้มีทักษะและประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านการแก้ปัญหา การนำเสนอ ข้อมูล การแปลผลข้อมูล และการแบ่งปันความรู้ นอกจากนี้องค์ประกอบสำคัญที่จะสร้างเจตคติทางบวกต่อคณิตศาสตร์ คือ การที่นักเรียนรับรู้ว่ามีวิชาที่ น่าสนใจ มีประโยชน์ (ลัดดา ภูเกียรติ และสุวัฒนา สุวรรณเขตนิกม, 2547) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอน มีดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

Piaget เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ ที่มีบทบาทในวิชาชีพต่าง ๆ มาก ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ของผู้เรียนเอง และกระบวนการในการสร้างความรู้เป็นการกระทำของผู้เรียนเองทั้งหมด ซึ่ง Piaget กล่าวว่า ผู้เรียนและสภาพแวดล้อมไม่สามารถที่จะแยกออกจากกันได้ กระบวนการคิดเชิงตรรกะ การพัฒนาความรู้เป็นกระบวนการทางชีววิทยาเกิดขึ้นเมื่อเด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคม โดย Piaget อธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์ว่า มนุษย์จะเกิดการเรียนรู้ได้ เมื่อมนุษย์เกิดปัญหาหรือข้อขัดแย้งอันเนื่องมาจากสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นสถานการณ์ คำถาม เงื่อนไขต่าง ๆ ที่มาจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพภายนอก ซึ่งการเชื่อมโยงนี้อาศัยกระบวนการที่ระบบประสาทชีววิทยาและชีวเคมีทำงานร่วมกัน เกิดการเรียนรู้และส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่จิตใจ (สมอง) โดยสิ่งเร้านี้จะทำให้มนุษย์ตรวจสอบโครงสร้างความรู้ความคิดเดิมของตนว่าจะทำความเข้าใจได้หรือไม่ หากพบว่าเข้าใจและแก้ปัญหาได้จะมีการปรับตัว (Adaptation) ของอินทรีย์ โดยอาศัยกระบวนการปรับเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) โดยดูดซึมภาพ สถานการณ์ปัญหา เข้าไปตามความคิดและประสบการณ์เดิม เกิดภาวะความสมดุล (Equilibrium) ขณะเดียวกันหากมนุษย์เกิดความคาดหวังหรือเกิดการทำนายไว้ในจิตใจ เกี่ยวกับข้อมูลนั้นและความคาดหวังหรือการทำนายนั้นไม่เป็นไปตามที่สังเกตจะนำไปสู่ภาวะความไม่สมดุลภายในจิตใจ (Disequilibrium) คือ เกิดความสงสัยคับข้องใจ ซึ่งเป็นสิ่งที่บุคคลสนใจมากที่สุด และความไม่สมดุลเป็นอาการไม่สงบภายใน ซึ่งประกอบด้วยความอยากรู้อยากเห็น ความต้องการที่จะรับเอาประสบการณ์ที่กำลังสนใจ ต้องการสำรวจและแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่กระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย (Meaningful learning)

ทฤษฎีของ Piaget อยู่บนพื้นฐานอภิปรายที่เกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ โดยกล่าวถึงความรู้ว่าเป็นมากกว่าการรวบรวมความจริงของนักเรียนที่ได้รับการส่งเสริมจากภายนอก ความรู้เป็นการสร้างโดยกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตน การมีปฏิสัมพันธ์กับโลกกายภาพนับว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการสร้างประสบการณ์ทางความคิด นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาอยู่ 4 ประการ คือ

1. เชื่อว่าความรู้เกิดจากการเรียนรู้ โดยใช้ประสาทสัมผัส
2. เด็กมีการพัฒนาขึ้นได้จากการไตร่ตรองความคิดของตน ซึ่งการสอนให้เด็กไตร่ตรองว่าสิ่งที่เขารู้เป็นความจริงที่ถูกต้องให้ความสำคัญกับการตอบคำถามที่เป็นการให้เหตุผลเพิ่มขึ้น คำตอบผิด ๆ ที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ จะช่วยได้มากกว่าการให้คำตอบที่แท้จริง
3. เชื่อในเหตุผลของการเรียนรู้ที่มีความหมายเมื่อผู้เรียนสามารถตั้งคำถามด้วยตนเอง ความเชื่อนี้ช่วยให้พ้นจากทางออกของการปกครองตนเองของแต่ละบุคคล เมื่อเด็กพยายามตอบคำถามด้วยการตั้งคำถามกับตนเอง เด็กจะพยายามหาคำตอบ ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น
4. เชื่อในการจัดเตรียมโอกาสให้เด็กได้ทดลอง สำรวจค้นคว้า โดยครูวางแผนในการจัดสิ่งแวดล้อมให้เป็นสถานการณ์ที่มีปัญหา แล้วให้เด็กแก้ปัญหา ติดตามดูเด็กที่ลงมือกระทำเกี่ยวกับความผิดพลาดที่เขาสนใจ ความผิดพลาดแต่ละครั้งเป็นการเตรียมเข้าสู่การทดลองครั้งต่อไป (Johnson & Johnson, 1987, pp. 71-72)

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ของเด็กกับสิ่งแวดล้อม และกระบวนการในการสร้างความรู้เป็นการกระทำของเด็กเอง (Active) การปรับและขยายโครงสร้างทางปัญญาของเด็ก เกิดจากการใช้ประสาทสัมผัส การไตร่ตรองความคิด การตั้งคำถามและการทดลอง

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner

Bruner (1977 อ้างถึงใน วรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, หน้า 8-9) เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน มีแนวคิดคล้ายคลึงกับ Piaget ต่างกันที่ Bruner เน้นความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมกับพัฒนาการทางสติปัญญา เขาเชื่อว่าสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการช่วยเร่งความเจริญงอกงามทางสติปัญญา และเน้นในเรื่องการเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุด คือ การเรียนรู้ที่让孩子ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Discovery learning) เพราะสามารถเพิ่มพูนระดับสติปัญญาให้เด็กได้จากการที่เด็กเรียนรู้วิธีการค้นพบทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง Bruner แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของคนออกเป็น 3 ชั้น คือ

1. ขั้นการแสดงออกด้วยการกระทำ (Enactive stage) เป็นขั้นที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยการสัมผัสจับต้องด้วยมือผลัด ดึง การเรียนรู้ของเด็กเกิดขึ้นโดยการให้เด็กได้ลงมือกระทำหรือให้เด็กได้มีประสบการณ์จากการกระทำของตนเอง

2. ขั้นการแสดงออกด้วยการให้ประสาทสัมผัสในการเรียนรู้ (Iconic stage) เด็กสามารถที่จะสร้างจินตนาการหรือมโนภาพขึ้นในใจได้ โดยไม่จำเป็นต้องแตะต้องหรือสัมผัสของจริง เด็กเกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่

3. ขั้นแสดงออกด้วยสัญลักษณ์ (Symbolic stage) การเรียนรู้ในขั้นนี้ สามารถถ่ายทอดประสบการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์หรือภาษา ซึ่งภาษาเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคิด ขั้นนี้เป็นขั้นที่ Bruner ถือว่า เป็นขั้นสูงสุดของพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ เด็กสามารถคิดหาเหตุผลและในที่สุดจะเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถแก้ปัญหาได้

นอกจากนี้ Bruner (1977 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, หน้า 8-9) ยังได้เสนอความคิดว่ากระบวนการเรียนรู้เป็นการผสมผสานระหว่างกระบวนการดังต่อไปนี้

1. การค้นหาความรู้ (Acquisition) เป็นการรวบรวมความรู้ใหม่ ๆ เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม หรือเป็นการจัดโครงสร้างของความรู้ที่ได้รับมาให้เป็นระเบียบมากขึ้น

2. การดัดแปลงความรู้ (Transformation) เป็นการจัดระเบียบ โครงสร้างของข่าวสารความรู้เดิมให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกับสถานการณ์หรือความรู้ใหม่ หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงข่าวสารความรู้ที่ได้รับมาให้อยู่ในรูปแบบใหม่

3. การประเมินผลความรู้ (Evaluation) เป็นการประเมินว่าสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นหรือไม่

Bruner มีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูสามารถช่วยจัดประสบการณ์เพื่อช่วยให้เด็กมีความพร้อมได้โดยไม่ต้องรอให้เด็กพร้อมตามธรรมชาติ ความพร้อมของ Bruner หมายถึง ความสามารถที่เด็กจะเรียนทักษะง่าย ๆ ได้ก่อนที่เรียนทักษะที่ยากต่อไป ดังนั้นในการจะนำเนื้อหาใดมาสอนเด็ก ครูควรพิจารณาว่าในขณะนั้นเด็กมีพัฒนาการอยู่ในระดับใด มีความสามารถเพียงใด แล้วปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับความสามารถของเด็กที่จะเรียน โดยเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับเด็กในวัยนั้น Bruner กล่าวว่า “ความรู้ในเรื่องใด ๆ ก็ตามสามารถนำมาสอนให้เด็กเข้าใจได้ ถ้าผู้สอนรู้จักดัดแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับเด็กแต่ละคน ในวัยและช่วงพัฒนาการทางปัญญาใด ๆ ก็ได้” (พรณี ข.เจนจิตร, 2538, หน้า197) และในการจัดการศึกษานั้นครูควรจัดให้เนื้อหาที่มีความต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ และให้มีความลึกซึ้งซับซ้อนกว้างขวางออกไปตามประสบการณ์ของเด็ก โดยการจัดหลักสูตรการเรียนการสอน

แบบหมุนวน (Spiral curriculum) และใช้วิธีสอนแบบให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง (Discovery learning)

สรุปได้ว่า Bruner เน้นว่าการเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุด คือ การเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่แท้จริง

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเยมีสาระสำคัญเกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากกานเยใช้คณิตศาสตร์เป็นสื่อสำหรับการใช้ทฤษฎีของเขาอธิบายการเรียนรู้ กานเยเสนอแนวคิดว่า การเรียนการสอนจะต้องกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่า จะให้นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์อะไร ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์พื้นฐานเดิมของนักเรียน การจัดลำดับขั้นการเรียนรู้โดยการชี้แนะของครูผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัดหรือพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของนักเรียนและเชื่อว่านักเรียนจะสามารถจดจำความรู้ได้นาน มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ประการ คือ (ประยูร อาษานาม, 2537)

3.1 กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการเข้าใจ

3.2 ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้อย่างชัดเจน

3.3 การจำแนกความรู้เดิมละความรู้ใหม่

กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดของกานเย มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2537, หน้า 80)

1. การจูงใจ ก่อนการเรียนรู้ต้องมีการจูงใจเพื่อให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น และมีส่วนร่วมในกิจกรรมซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ดำเนินไปด้วยดี

2. ความเข้าใจ ในการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องเข้าใจในบทเรียนจึงจะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

3. การได้รับ เมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนจะก่อให้เกิดการได้รับความรู้เพื่อเก็บไว้หรือจดจำบทเรียนไว้ตลอดไป

4. การเก็บไว้ หลังจากนักเรียนได้รับความรู้ก็จะเก็บความรู้เหล่านั้นไว้ตามสมรรถภาพการจำของแต่ละบุคคล

5. การระลึกได้ เมื่อนักเรียนเก็บความรู้ไว้ก็จะถูกนำมาใช้ในโอกาสต่าง ๆ เท่าที่จะระลึกได้

6. ความคล้ายคลึง นักเรียนจะนำสิ่งที่ระลึกได้ไปใช้ และเมื่อพบกับสถานการณ์หรือสิ่งเร้าที่คล้ายคลึงกัน จะนำความรู้ดังกล่าวไปสัมพันธ์กับการเรียนรู้ในความรู้ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน

7. ความสามารถในการปฏิบัติ หลังจากที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว นักเรียนต้องนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วนั้นไปปฏิบัติอย่างถูกต้อง

8. การบอกรับ เป็นกระบวนการประเมินผลการเรียนรู้ว่านักเรียนเรียนรู้ได้ถูกต้องเพียงใด สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ จะได้นำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ต่อไป

นอกจากนี้ กานเย ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้ (Slaring, 1990)

1. การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายในด้วยการบอกจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ชี้นำให้นักเรียนใส่ใจในประเด็นที่สำคัญในบทเรียน
3. สอนข้อมูลหรือเนื้อหาใหม่โดยสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่ทำให้นักเรียนสามารถระลึกถึงความรู้เดิมได้
4. ใช้รูปแบบการสอนที่หลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียน
5. จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบวิธีการระลึกสิ่งที่เรียนในหลาย ๆ ลักษณะ เช่น การชี้แนะการให้คำถามนำ เป็นต้น
6. สนับสนุนให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำกฎเกณฑ์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกันได้อย่างเหมาะสม
7. ตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริง

สรุปได้ว่า แนวคิดที่สำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย คือ การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายใน และตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพจริง

แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้

ในปัจจุบันได้มีการนำทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism theory) มาเป็นแนวทางการสร้างความรู้แก่นักเรียน ซึ่งเป็นทฤษฎีที่มีความสำคัญต่อการพัฒนานักเรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ (Body of knowledge) โดยนักเรียนเอง ซึ่งมีพื้นฐานของทฤษฎีมาจากปรัชญาสาขาญาณวิทยา (Epistemology) ซึ่งทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism theory) ได้มีผู้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ ไว้ดังนี้

ทิตานา แชมมณี (2545, หน้า 93-94) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูลไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง (Internal mental interactive) แล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กัน

นอกจากนี้ ราชบัณฑิตยสถาน (2551 อ้างถึงใน นริรัตน์ สร้อยศรี, 2554) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ความรู้ขึ้นได้เอง การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคลในการสร้างความรู้และความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ตนได้รับ ผ่านกระบวนการซึมซับ (Assimilation) คือ การนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงอย่างกลมกลืนกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่และการปรับกระบวนการการรู้คิด (Accommodation) คือการคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง ดังนั้น การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการภายในที่แต่ละบุคคลต้องเป็นผู้สร้างด้วยตนเองและสามารถทำได้ดียิ่งหากได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือจากผู้อื่น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นการศึกษาที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นใหม่โดยนักเรียนเองจากการจัดกระทำกับข้อมูล การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคลในการสร้างความรู้และความหมาย มีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) คือ การนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิมให้มีสภาวะสมดุลและการปรับกระบวนการการรู้คิด (Accommodation) เป็นการคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Murphy, 1997) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ พบว่า นักศึกษานำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในความหมาย ดังนี้

1. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับการสร้างความหมายและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยทั่วไปนักเรียนจะสร้างความหมายจากสิ่งที่ตนเองรับรู้ตามประสบการณ์เดิมของตน ความหมายที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจจะสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับความหมายที่ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ ยอมรับก็ได้ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ถือว่าความหมายที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด แต่เรียกความหมายที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วไม่สอดคล้องกับความหมายที่ผู้เชี่ยวชาญยอมรับในขณะนั้นว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การจัดการเรียนการสอนตามแนวความคิดนี้จึงเน้นให้นักเรียนและบุคคลที่แวดล้อมนักเรียนตรวจสอบความหมายที่นักเรียน

สร้างขึ้นในขณะที่มีการจัดการเรียนรู้ ถ้าพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูในฐานะที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการเรียนของนักเรียนจะต้องจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้พิจารณาและตรวจสอบมโนทัศน์ของตนเองอีกครั้ง ครูอาจจะจัดกิจกรรมในการทำงานเดียวกันนี้อีกหลายครั้ง จึงจะแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Osborne and Wittrock (1983, pp. 489-508) ได้กล่าวถึงเรื่องนี้ สรุปได้ว่า นักเรียนต้องรับผิดชอบในการตรวจสอบความรู้ที่ตนเองสร้างขึ้นว่าสอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ ยอมรับอย่างไร

2. การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน Osborne and Wittrock (1983, pp. 489-508) ได้อธิบายถึงอิทธิพลของความรู้เดิมที่มีต่อการเรียนรู้ไว้ สรุปได้ว่า การเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคม วัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมทางกายภาพเท่านั้น แต่การเรียนรู้ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิม แรงจูงใจ ความคิดและอารมณ์ของนักเรียนอีกด้วยเพราะสิ่งเหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อการเลือกรับรู้สิ่งเร้าและวิธีการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้า Martin (1994, pp. 44-45) กล่าวถึงเรื่องนี้ไว้ในทำนองเดียวกันว่า ความรู้ที่ติดมากับตัวนักเรียนจะมีอิทธิพลต่อการที่นักเรียนจะเลือกเรียนอะไร และใช้วิธีการเรียนรู้อย่างไร การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้จึงเน้นความสำคัญเกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียน ดังที่ Zahoric (1995, pp. 14-22) ได้กล่าวถึงเรื่องนี้ไว้ว่า ในการจัดการเรียนรู้นั้นถือเป็นความรับผิดชอบของครูที่จะต้องตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนที่จะให้นักเรียนเรียนรู้สิ่งใหม่

3. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนแก้ปัญหาหรือสืบสวนเพื่อลดความขัดแย้งทางความคิดของตนเอง นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงการเรียนรู้ในมุมมองนี้ ดังเช่น Wilson (1996, pp. 59-61) ได้เสนอว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามสภาพที่เป็นจริง ส่วน Saunder (1992, pp. 136-141) ได้เสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม นักการศึกษาหลายท่านอธิบายการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ว่าเกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับทางสังคม ตัวอย่างเช่น Curry (2003, p. 3) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นความร่วมมือกันระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับบุคคลที่แวดล้อมนักเรียน ในการเจรจาต่อรองเกี่ยวกับความหมายที่สร้างขึ้น ซึ่ง Savery and Duffy (1995, pp. 1-38) ได้อธิบายถึงผลที่เกิดจากความร่วมมือกันทางสังคม สรุปได้ว่า ความรู้ไม่สามารถถ่ายโอนจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกบุคคลหนึ่งได้ แต่การแลกเปลี่ยนและสะท้อนความคิดเห็น

ให้แก่กัน การให้เหตุผลกับความคิดเห็นของตนเองหรือโต้แย้งความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้พิจารณากระบวนการคิดของตนเปรียบเทียบกับกระบวนการคิดของตนเองกับของผู้อื่น ทำให้มีการเจรจาต่อรองเกี่ยวกับการสร้างความหมายของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้

5. การเรียนรู้เป็นกระบวนการกำกับตนเองของนักเรียน นักการศึกษาเชื่อว่าการทำงานกับตนเองเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังที่ Curry and Kadasah (2003, p. 3) อธิบายการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ว่า นักเรียนจะต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเองด้วยการทำให้การเรียนรู้นั้นเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย คือ เข้าใจเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้ง (Deep understanding) จนสามารถสร้างความหมายของสิ่งนั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในบริบทอื่นได้ สอดคล้องกับ Ennis (1994, p. 124) ซึ่งมีความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่า เป็นความรับผิดชอบของนักเรียนที่จะต้องทำความเข้าใจในทัศนเฉพาะของเรื่องที่เรียนว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในลักษณะที่เป็นองค์รวม ในเรื่องเดียวกันนี้ Murphy (1997, p. 118) มีความเห็นสอดคล้องกับ Wilson (1996, pp. 59-61) สรุปได้ว่าการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องกำกับตนเอง ตั้งแต่การวางแผนการเรียน วิเคราะห์และรับรู้วิธีดำเนินงานของตนเองแล้วปรับเปลี่ยนแก้ไขงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง โดยนักเรียนแต่ละคนอาจสร้างความหมายของสิ่งที่รับรู้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรู้เดิม และนำไปใช้ได้ของแต่ละคน

2. การสร้างความรู้ของนักเรียนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและเกี่ยวข้องกับกระบวนการอื่น ๆ อย่างน้อย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) และการปรับกระบวนการการรู้คิด (Accommodation)

แนวคิดจากทฤษฎีพื้นฐานที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้

แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้นี้มีรากฐานจาก Cognitive constructivism และ Social constructivism ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2547)

1. Cognitive Constructivism

1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

Piaget (1980 cited in Bybee & Sund, 1982) เป็นผู้บุกเบิกคนสำคัญคนหนึ่งของทฤษฎีการสร้างความรู้โดยแนวคิดของเพียเจตถือเป็นรากฐานหลักของทฤษฎีการสร้างความรู้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget กล่าวว่า องค์ประกอบทางปัญญาของมนุษย์ ประกอบด้วย การจัดระเบียบของความรู้ในสมอง วิธีการรับเอาความรู้ใหม่เข้าไปรวมกับความรู้เดิม (Assimilation) และวิธีการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขความรู้เดิมให้เหมาะสม (Accommodation) โดยที่บุคคลจะรับความรู้ใหม่เข้ามาพร้อมกับโครงสร้างความรู้ในสมองที่มีอยู่แล้ว (รัญจวน คำชิริพิทักษ์, 2538, หน้า 21) โดยองค์ประกอบที่เสริมสร้างพัฒนาการทางสติปัญญา มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) วุฒิภาวะ 2) ประสบการณ์ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และประสบการณ์เกี่ยวกับการหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา 3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม 4) กระบวนการปรับให้เกิดความสมดุล นอกจากนี้ Piaget เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้นคือ

1.1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นขึ้นกับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี และขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

1.1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นขึ้นกับการรับรู้จากอุปวาทณ์ เด็กสามารถสร้างภาพในใจและสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม เป็นขั้นการพัฒนาในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กวัยนี้ จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ เด็กสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ สามารถคิดปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยใช้การคิดหาเหตุผลอย่างแท้จริง เข้าใจกระบวนการคิดย้อนกลับขั้นสูงและสามารถใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์สื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ทฤษฎีนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษามาก เนื่องจากขั้นทั้งสี่กล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกริยาและพฤติกรรมของเด็กต่างจากผู้ใหญ่ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนั้น การจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ (Ginsburg & Opper, 1969) หากนำแนวคิดนี้ไปใช้ในห้องเรียน ผู้สอนต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำผู้เรียน

มากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง นอกจากนี้ Piaget ยังเห็นว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้นักเรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้ นักเรียน เข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 1-2) และในการสอนผู้สอนควรจัดให้ ผู้เรียนได้พบปัญหา คิดทดลองแก้ปัญหา และหาเหตุผลในการแก้ปัญหา

อีกทั้งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีอายุ อยู่ระหว่าง 11-15 ปี สามารถคิดปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยใช้การคิดหาเหตุผลอย่างแท้จริง เข้าใจ กระบวนการคิดย้อนกลับขั้นสูงและมีความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ตามขั้นการพัฒนาการ ทางสติปัญญาของ Piaget

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ Bruner

ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดย Bruner เชื่อว่า การรับรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่เลือกหรือสิ่งรับรู้ที่เกิดขึ้นกับความใส่ใจของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ การเรียนรู้จะเกิดจากการค้นพบเนื่องจากนักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดัน ทำให้เกิดการเรียนโดยการค้นพบขึ้น นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นให้นักเรียน เรียนรู้ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง และให้ความสำคัญของกระบวนการคิดมากกว่าผลลัพธ์ที่ถูกต้อง Bruner เสนอหลักสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบว่าประกอบด้วย 1) แรงจูงใจภายใน ของนักเรียน ครูต้องมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน จัดสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนให้นักเรียนเกิด ความมั่นใจในตนเอง 2) โครงสร้างของบทเรียนต้องเหมาะสมกับวัยของนักเรียน 3) การจัดลำดับ ความยากง่ายของบทเรียน และ 4) แรงเสริมด้วยตนเอง โดยครูควรให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541, หน้า 298-299) นอกจากนี้ Bruner ได้เสนอกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ การคิดและสติปัญญา 3 ระดับ ดังนี้

1.2.1 ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive stage) เป็นการเรียนรู้ ด้วยการกระทำที่มีประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้องเทียบได้กับขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensory-motor stage) ของ Piaget

1.2.2 ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic stage) เป็นขั้นที่ การคิดหรือตัดสินใจโดยใช้รูปภาพ ไดอะแกรม หรือสื่อทางตาที่เห็นเป็นหลัก เทียบได้กับ ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (Preoperational stage) ของ Piaget

1.2.3 ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic stage) เป็นขั้นที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ จากการฟัง การอ่าน และการเขียน เทียบได้กับขั้นปฏิบัติการที่เป็น

รูปธรรม (Concrete operational stage) ต่อเนื่องกับขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (Formal operational stage) ของ Piaget

จากการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของทฤษฎีทั้ง 2 ทฤษฎีนี้ว่ามีความสัมพันธ์ และมีส่วนที่คล้ายคลึงกันในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน แต่มีส่วนที่ต่างกันอยู่บางส่วน คือ Bruner ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์จากการทดลอง แต่ Piaget ศึกษาจากโครงสร้างทางชีววิทยา (รัญจวน คำชิริพิทักษ์, 2538, หน้า 23) ดังนั้นทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ Bruner จึงเป็นทฤษฎีที่คู่ขนานกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget โดยที่ Bruner ศึกษาค้นคว้าโดยยึดหลักขั้นต่าง ๆ ของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เป็นหลัก

2. Social constructivism

ทฤษฎีวิวัฒนาการเชิงสังคมของ Vygotsky

Vygotsky (1987 cited in Driscoll, 1994, pp. 224-239) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาในสมัยเดียวกับ Piaget เชื่อว่าองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของบุคคล คือ การสร้างสื่อกลาง (Mediation) และการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ทางสังคมและวัฒนธรรม บุคคลสามารถสร้างกระบวนการจำสิ่งที่ตนเองรับรู้ได้ โดยใช้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายที่เป็นข้อตกลงทางสังคมและถูกถ่ายทอดมาทางวัฒนธรรม เช่น ภาษา กิริยาท่าทาง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ฯลฯ เป็นสื่อกลางให้ระลึกถึงสิ่งนั้น ๆ ได้ ซึ่งความจำของบุคคลนี้จะมีผลโดยตรงต่อความรู้สึกและกระบวนการคิดของเขาเมื่อรับรู้สิ่งเร้าใหม่นอกจากนี้ Vygotsky ยังได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวโดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรมว่าช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคล การช่วยเหลือและชี้แนะจากผู้ที่มีความชำนาญมากกว่าจะทำให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาที่ไม่สามารถแก้ด้วยตนเองได้ ประสบการณ์จากการแก้ปัญหาดังกล่าวจะทำให้บุคคลเกิดการเรียนรู้และสามารถแก้ปัญหานั้นได้โดยลำพังในเวลาต่อมา ซึ่ง Vygotsky เรียกการเรียนรู้ลักษณะนี้ว่า สแกฟโฟลด์ดิ้ง (Scaffolding) เปรียบเสมือนหลัก หรือ ฐาน เชื่อมโยง และนำไปสู่การเรียนรู้ในอีกเรื่องหนึ่ง เพื่อการเรียนรู้ที่ประสบความสำเร็จ

ในด้านการเรียนรู้ของบุคคล Vygotsky ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาขอบเขตของการเรียนรู้ได้ (Zone of proximal development) สรุปได้ว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองขึ้นได้ ด้วยการรับคำชี้แนะ หรือทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ มากกว่า Vygotsky อธิบายการพัฒนาขอบเขตของการเรียนรู้ว่าเป็นการลดช่วงห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่นักเรียนมีอยู่ในขณะนั้นซึ่งดูได้จากปัญหาที่นักเรียน

สามารถแก้ได้ด้วยตนเอง กับ ระดับศักยภาพทางสติปัญญาของนักเรียนซึ่งดูได้จากปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถแก้ได้โดยลำพัง แต่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ถ้าได้รับการชี้แนะและได้ร่วมงานกับผู้ใหญ่หรือเพื่อนที่มีความชำนาญมากกว่า การได้ร่วมงานหรือได้รับการชี้แนะจากผู้ที่มีความชำนาญมากกว่า ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถแก้ปัญหานั้นได้ด้วยตนเองในเวลาต่อมา

จากแนวคิดการพัฒนาขอบเขตของการเรียนรู้ Vygotsky เน้นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการรับคำชี้แนะและการร่วมงานกับผู้ที่มีความชำนาญเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ มากกว่า ดังนั้น สแกฟโฟลด์ดิ้ง (Scaffolding) จึงเป็นกลยุทธ์สำคัญที่นักการศึกษานำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าทั้ง 2 แนวคิด คือ Cognitive constructivism และ Social Constructivism ล้วนเป็นทฤษฎีที่ศึกษาแยกแยะองค์ประกอบที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง ซึ่งประกอบด้วย การเข้าใจนิเทศน์และการให้เหตุผล โดยแต่ละแนวคิดมีข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

ข้อสรุปจากแนวคิด Cognitive constructivism

1. พัฒนาการทางปัญญาเกิดจากการซึมซับประสบการณ์ และการปรับโครงสร้างโดยกระทำกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัยทำให้นักเรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ข้อขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดสภาวะไม่สมดุลเป็นแรงจูงใจทำให้เกิดการกระทำอันจะก่อให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา
3. พัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์จะเป็นไปตามลำดับขั้นไม่มีการกระโดดข้ามขั้นหรือสลับลำดับกันได้

ข้อสรุปจากแนวคิด Social constructivism

1. ภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้พัฒนาการทางปัญญาของบุคคลเปลี่ยนจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นซับซ้อนหรือขั้นสูง
2. การพัฒนาความสามารถทางปัญญาระดับสูงต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือความสามารถปัจจุบันของนักเรียนที่เรียกว่า Zone of proximal development โดยใช้สถานการณ์ที่เลียดขีดความสามารถปัจจุบันและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา

จากข้อสรุปข้างต้นเห็นได้ชัดเจนว่าทั้ง 2 แนวคิด ล้วนมีจุดมุ่งหมายที่พัฒนาการทางสมองระดับสูงของนักเรียน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการนำข้อสรุปอันเป็นจุดเด่นของแนวคิดทั้งสองมาบูรณาการกันน่าจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการพัฒนาการใช้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพัฒนาการทางสมองระดับสูงของนักเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาข้อสรุปจากแนวคิดทั้งสองมาวางเป็นกรอบโครงสร้างของการจัดการเรียนรู้สำหรับการวิจัยโดยเริ่มต้นด้วยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาโดยใช้ปัญหาที่เลยขีดความสามารถในปัจจุบันของนักเรียนเล็กน้อยเป็นตัวกระตุ้น จากนั้นจึงทำให้นักเรียนตระหนักถึงความขัดแย้งหรือปัญหาที่มี และต้องการแก้ข้อขัดแย้งโดยอาศัยภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นสื่อ แล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ข้อขัดแย้งโดยมีพื้นฐานความรู้ความสามารถเดิมและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างแรงจูงใจในการกระทำเพื่อให้เกิดผลลัพธ์

การนำแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

การศึกษาเกี่ยวกับการนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ การประเมินผลการเรียนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

เนื่องจากทฤษฎีการสร้างความรู้ไม่ใช่วิธีสอน นักการศึกษาจึงใช้การตีความทฤษฎีนี้และนำไปใช้ในในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้จึงมีหลายแนวคิด ตัวอย่างเช่น

Zahoric (1995, pp. 14-22) ได้เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนรู้อะไรใหม่
2. ให้นักเรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เป็นองค์รวมก่อนที่จะเรียนรู้สิ่งย่อย ๆ
3. ให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
4. ให้นักเรียนได้ขยายและตกแต่งความรู้ของตนเองด้วยการนำความรู้ไปใช้
5. ให้นักเรียนสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่นำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

Rheta (1996 อ้างถึงใน สุมาลี กาญจนชาติรี, 2543, หน้า 38) ได้เสนอแนวทางในการนำวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้มาสอน สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนและให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน
 2. ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางอารมณ์อันนำไปสู่การเจาะต่อรองและประนีประนอมความขัดแย้งทางความคิดโดยเน้นการปฏิสัมพันธ์ทางวิชาการ
 3. กระตุ้นความมีเหตุผลของนักเรียนโดยเริ่มจากสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้ว
- Murphy (1997) ได้รวบรวมความคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ของนักการศึกษาต่าง ๆ สามารถสรุปประเด็นสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ได้ดังนี้
1. กระตุ้นให้นักเรียนใช้มุมมองที่หลากหลายในการนำเสนอความหมายของมโนทัศน์
 2. ให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ของการเรียนของตนเองหรือจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเกิดจากการเจาะต่อรองระหว่างนักเรียนกับครู
 3. ให้ครูแสดงบทบาทเป็นผู้ชี้แนะผู้กำกับผู้ฝึกฝนผู้อำนวยการอำนวยความสะดวกในการเรียนของนักเรียน ฯลฯ
 4. จัดบริบทของการเรียนเช่นกิจกรรมโอกาสเครื่องมือสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมวิธีการคิดการกำกับและรับรู้เกี่ยวกับตนเอง
 5. ให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้และกำกับการเรียนรู้ของตนเอง
 6. จัดสถานการณ์ของการเรียนสภาพแวดล้อมทักษะเนื้อหาและงานที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนตามสภาพที่เป็นจริง
 7. ใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิเพื่อยืนยันสถานภาพที่เป็นจริง
 8. ส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการเจาะต่อรองทางสังคมและการเรียนรู้ร่วมกัน
 9. พิจารณาความรู้เดิมความเชื่อและทัศนคติของนักเรียนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 10. ส่งเสริมการแก้ปัญหาทักษะการคิดระดับสูงและความเข้าใจเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้ง
 11. นำความผิดพลาดความเชื่อที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้
 12. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาความรู้อย่างอิสระวางแผนและการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง

13. ให้นักเรียนได้เรียนรู้งานที่ซับซ้อนทักษะความรู้ที่จำเป็นจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
14. ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียน
15. อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยให้คำแนะนำให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น
16. วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพที่เป็นจริงในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ของ Zahoric (1995, pp. 14-22), Rheta (1996 อ้างถึงใน สุมาลี กาญจนชาติรี, 2543, หน้า 38) และ Murphy (1997) สามารถสรุปเป็นตารางวิเคราะห์แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	แนวคิดที่เกี่ยวข้อง		
	Zahoric	Rheta	Murphy
1. ทบทวนความรู้เดิม/ สร้างสถานการณ์/ ตรวจสอบความเข้าใจ	✓	✓	✓
2. กำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ของการเรียน	✓		✓
3. ปรับเปลี่ยนแนวคิด	✓	✓	✓
4. นำเสนอความหมายและสร้างความสัมพันธ์ของมโนทัศน์			✓
5. ความขัดแย้งทางความคิด		✓	
6. กระตุ้นความมีเหตุผล		✓	
7. การปฏิบัติ	✓	✓	✓
8. แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับผู้อื่น	✓	✓	✓
9. สรุปความรู้			✓
10. นำแนวคิดไปใช้	✓	✓	✓
11. นำเสนอผลงาน			✓
12. สะท้อนความคิด	✓		

จากตารางที่ 1 จะได้ว่าแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ มีดังนี้

1. ให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ
2. ให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดหรือมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่เรียนและวิธีการเรียนของตนเอง
3. ให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติโดยมีอิสระในการคิดและทำสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่อง ที่เรียนด้วยตนเอง

4. ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในบรรยากาศของการเรียนที่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

5. ให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้แล้วไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้อย่างเหมาะสม

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

นักการศึกษาบางท่านได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ มากำหนดบทบาทของครูที่จัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว ดังตัวอย่างเช่น

Henriques (1997, p. 5) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ สรุปได้ 5 ประการ ดังนี้

1. ช่วยเหลือแนะนำและอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ โดยทำความเข้าใจด้วยตนเองมากกว่าครูเป็นผู้บอก
2. ถามคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและท้าทายความคิดของผู้เรียน อย่างนุ่มนวล
3. จัดเตรียมประสบการณ์ที่สร้างความขัดแย้งทางความคิดให้แก่ผู้เรียนโดยสนับสนุน การอภิปรายซักถามเจาะต่อรองความหมายในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจนหรือมีความขัดแย้งทาง ความคิดเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้การแก้ปัญหา
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมจัดระเบียบความรู้ ความเข้าใจใหม่ให้สมดุลเพื่อลดความขัดแย้งทางความคิดและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจน
5. สนับสนุนให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้จากการสืบสอบการสำรวจการอภิปรายซักถาม มาพิจารณาไตร่ตรองเพื่อทำความเข้าใจและปรับความรู้ให้มีความหมายต่อตนเอง

นอกจากนี้ Martin (1994, p. 47) ได้อธิบายถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

1. ครูไม่ใช่ผู้สอนแต่เป็นผู้แนะนำไม่ใช่ผู้บอกความรู้แต่เป็นผู้สร้างกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความหมายเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ครูเป็นผู้สังเกตเพื่อศึกษาการที่ผู้เรียนตอบได้ได้อย่างถูกต้องตามแนวทางที่ควรจะเป็น
3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดด้วยการถามคำถามเสนอปัญหาและคอยสังเกตการเรียนการสอนให้ดำเนินไปด้วยดี
4. ครูสร้างสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาอย่างมีอิสระเต็มที่เพื่อการศึกษาค้นหาตามความสนใจของผู้เรียน
5. ครูส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนโดยให้อิสระแก่ผู้เรียน ช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน
6. ครูเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้
7. ครูเป็นผู้ช่วยผู้เรียนให้เชื่อมโยงความคิดของผู้เรียนเพื่อให้อธิบายความหมายในการสร้างโครงสร้างความรู้ของผู้เรียน

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ดังนี้

1. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาวิธีการต่าง ๆ เช่นการสนทนา ซักถาม นำสื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาประกอบ
2. ครูถามคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการตรวจสอบแนวคิดของตนเองตลอดเวลา โดยการถามให้นักเรียนอธิบายถึงเหตุผล และรายละเอียดของขั้นตอนการกระทำหรือแนวคิดต่าง ๆ
3. ให้นักเรียนเป็นอิสระจากการกำกับของครู ครูต้องยอมให้นักเรียนเรียนรู้จากความผิดพลาดของตนเองโดยครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ตลอดจนถึงคำถามให้นักเรียนอธิบายและขยายความเพิ่มเติม
4. ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในเวลาที่เหมาะสม หลีกเลี่ยงการตีความหรือแก้แนวคิดของนักเรียน แต่ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถค้นพบหนทางของตนเอง

การประเมินผลการเรียนตามทฤษฎีการสร้างความรู้

ในการประเมินผลตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ นั้น ครูต้องพิจารณาถึงชนิดของข้อมูลย้อนกลับที่ตัวผู้สอนและผู้เรียน ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้ (Begg, 1991 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, หน้า 114-116) ดังนี้

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้
 - 1.1 ความสนใจของนักเรียนคืออะไร
 - 1.2 ความคิดเห็นเดิมของนักเรียน มโนคติที่คลาดเคลื่อนก่อนการจัดการเรียนรู้คืออะไร

1.3 คำถามของนักเรียนที่น่าจะเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมีอะไรบ้าง

1.4 กิจกรรม (คำถาม) เหมาะสมที่ตอบคำถามของนักเรียน

2. ระหว่างการจัดการเรียนรู้

2.1 คำถามของนักเรียนคืออะไร

2.2 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นตอบคำถามดังกล่าวหรือไม่

2.3 ความหมายที่นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนเรียนคล้ายกับความหมายที่ครูตั้งใจจะให้เกิดขึ้นหรือไม่

2.4 นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ เช่น ทักษะการถามคำถาม ทักษะการวางแผน และทักษะการแลกเปลี่ยนความคิด

3. หลังการจัดการเรียนรู้

ความคิดเห็นของนักเรียนเมื่อเรียนจบแล้วคืออะไร ความคิดเห็นนี้ต่างจากความคิดเห็นที่มีอยู่ก่อนการจัดการเรียนรู้หรือไม่

การรายงานผลการเรียนของนักเรียนต้องรายงานว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้างแล้ว นอกจากนี้ยังให้นักเรียนประเมินตนเอง การประเมินที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะท้อนให้เห็นถึงกิจกรรมที่ครูได้จัดให้นักเรียน การประเมินผลการเรียนเพื่อตัดสินผลควรจะเป็นดังนี้

1. สิ่งที่จะประเมินควรเป็นสถานการณ์การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย

2. ให้นักเรียนใช้ทักษะและความเข้าใจอย่างกว้าง ๆ มากกว่าความรู้ที่เฉพาะ ซึ่งสามารถหาได้จากหนังสืออ้างอิงอื่น ๆ

3. เน้นความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน

4. รวมความคิดเห็นและการประเมินผลตนเองของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น

5. เน้นคำถามที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายมากกว่าคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะทำการประเมินจุดเน้นที่ประกอบด้วย การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการประเมินจะเน้นการประเมินที่เป็นพัฒนาการของนักเรียนและให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ และเน้นการวัดความสามารถซึ่งเป็นคุณสมบัติหลาย ๆ ด้าน อันประกอบด้วยความสามารถในการตั้งปัญหา แก้ปัญหา ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ความสามารถทางด้านเหตุผล ความสามารถในการปฏิบัติงาน ตลอดจนความเข้าใจในทศน์ที่ลึกซึ้ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้สามารถพัฒนานักเรียนทางการเรียนและคุณลักษณะอื่น ๆ ของนักเรียนในระดับต่าง ๆ ดังนี้

ประวีณา นิลนวล (2541) ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนตามกรอบแนวคิดผู้เรียนสร้างความรู้เอง (Constructivism) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 29 คน โดยกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนตามกรอบแนวคิด ผู้เรียนสร้างความรู้เอง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการสอนหลัก 2 ขั้นตอน คือ 1) ให้นักเรียนถามคำถามที่เกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา 2) ให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนตามกรอบแนวคิด ผู้เรียนสร้างความรู้เอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแรงจูงใจต่อเนื้องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

จรรยา ภูอุดม (2544, บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีองค์ประกอบหลัก 7 องค์ประกอบ ได้แก่ สถานการณ์ปัญหา ความรู้สึ้อยากแก้ปัญหา ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ความรู้ความสามารถเดิม กิจกรรมการแก้ปัญหา พัฒนาการทางปัญญา และเจตคติต่อการเรียน โดยจัดลำดับขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็น 4 ขั้น คือ 1) ช้้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2) ชั้นสร้างความรู้สึ้อยากแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหา 3) ชั้นลงมือแก้ปัญหา และ 4) ชั้นประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพอีกรูปแบบหนึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ มีความเข้าใจในมิติสูงกว่าและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ มีความคงทนของความเข้าใจมากกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ และมีพัฒนาการด้านทักษะการรู้คิดเกี่ยวกับการกำกับตนเองดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

มนต์ชัย พงศกรนฤวงษ์ (2552, บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตาม ทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนข้างอุตสาหกรรม พบว่า รูปแบบการเรียนการสอน มีองค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียน การสอน สารความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน ระบบสังคม หลักการตอบสนอง และสิ่งสนับสนุน ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอนคือ 1) ชื่นจูงใจเพื่อเตรียมความพร้อม 2) ชื่นปฏิบัติ 3) ชื่นสะท้อนความรู้ 4) ชื่นสร้างความรู้ 5) ชื่นประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนข้างอุตสาหกรรมที่สอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้าง ความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ โดยคะแนนความสามารถในการสร้างความรู้ ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน แบบปกติ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนในระดับมากที่สุด

จิราภรณ์ พิมใจใส (2553, บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎี การสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาล พบว่า รูปแบบ การเรียนการสอน มีองค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน สารความรู้ และทักษะในการปฏิบัติงาน ระบบสังคม หลักการตอบสนอง และสิ่งสนับสนุน ซึ่งกระบวนการเรียน การสอนมี 5 ขั้นตอนคือ 1) ชื่นเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้ 2) ชื่นเรียนรู้และฝึกปฏิบัติ 3) ชื่นสะท้อนความคิด 4) ชื่นสร้างความรู้ 5) ชื่นประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถ ในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาลที่สอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ โดยคะแนนความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษา พยาบาลที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่านักศึกษาพยาบาลที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน แบบปกติ และนักศึกษาพยาบาลมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

Thomas (1994, p. 2499-A) ได้สำรวจผลของการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ ต่อความเชื่อมั่นในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอาฟริกัน-อเมริกัน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนเกรด 9 และ 10 ผลการวิจัยพบว่า บรรยากาศการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ส่งผลต่อ การอภิปรายของนักเรียน นักเรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่กับการร่วมสนทนา นักเรียนมีแนวโน้มที่จะ ติดตามและเข้าร่วมในงานคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนร้อยละ 97 มีความเชื่อมั่นในความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ของตนเองมากขึ้น

Steele (1996, p. 4309-A) ได้ศึกษาว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อครูระดับประถมตีความและ ประยุกต์นิยามของคำว่า “การสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์” ของเขาเอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นครู ที่สอนนักเรียนเกรด 4 เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการจดบันทึกภาคสนาม อัดวีดีโอภาพและเสียง

เป็นเวลานาน 4 เดือนครึ่ง การสัมภาษณ์ครูอย่างไม่เป็นทางการหลายครั้งและเป็นทางการ 6 ครั้ง โดยผู้วิจัยสัมภาษณ์ และมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากแผนการสอนของครู สื่อวัสดุต่าง ๆ ผลงานนักเรียน และสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ข้อสรุปคือ 1) มโนคติเชิงคณิตศาสตร์ของครูมีอิทธิพลต่อลักษณะทั้งหมดของการตัดสินใจเกี่ยวกับการสอนของครู การวางแผนการสอน การประเมินนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน 2) ครูระดับประถมศึกษาสามารถใช้หลักการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์มาพัฒนาเป็นแบบจำลองการสอนและนำไปใช้ได้ 3) จากการใช้ยุทธวิธีการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ ครูสามารถสร้างสรรค์บรรยากาศการเรียนรู้ให้นักเรียนเริ่มมีความตื่นตัวทางคณิตศาสตร์และมีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองมากขึ้น 4) โดยการเรียนรู้ที่จะสร้างความรู้ของตนเองทำให้นักเรียนมีศักยภาพและเป็นนักคิดเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น

Makanong (2000) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย โดยใช้วิธีคอนสตรัคติวิสต์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหา และเปรียบเทียบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ทำให้นักเรียนมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น นักเรียนมีความพยายามมากขึ้น และจากการสัมภาษณ์นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

Liu, Xie and Zhang (2003) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ของนักเรียนที่เรียนจากการเรียนจากสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ความพร้อมในการเรียนด้วยตนเอง ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานเป็นทีม วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อออกแบบระดับของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีระดับการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ได้ฝึกปฏิบัติสูงจะมีคะแนนในเรื่องการแก้ปัญหาและทักษะการทำงานเป็นทีมสูงด้วย

Wohlstetter and Sebring (2010) ได้ศึกษาว่าการสอนด้วยกิจกรรมแบบ Constructivist สามารถช่วยให้นักเรียนในชั้นเกรด 5 ในประเทศเบลจิสสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียน จำนวน 342 คน และอาจารย์ 8 คน ทั้งในเขตเมืองและนอกเมือง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมแบบ Constructivist มีประสิทธิภาพและสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดี

จากการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้มีลำดับดังนี้
 - 1.1 ทำให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด เกิดปัญหาที่นำไปสู่การศึกษาค้นคว้า
 - 1.2 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าร่วมกับผู้อื่น
 - 1.3 ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา
 - 1.4 สรุปข้อค้นพบ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน มีความสามารถในการสร้างความรู้ การแก้ปัญหา มีการคิดที่สร้างสรรค์ตลอดจนมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีวิธีการที่แตกต่างกันในระดับชั้นต่าง ๆ
3. ครูที่จัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้กิจกรรมการเรียนที่นักเรียนค้นพบอย่างมีความหมาย ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน

สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

ความหมายของสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2555 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2525, หน้า 773) ให้ความหมายสมรรถภาพว่าเป็น “ความสามารถ”

สหภาพยุโรป (The European Union, 1950 อ้างถึงใน อลิสร่า ชมชื่น, 2550, หน้า 70) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า “สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการพัฒนาและใช้การคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน” มีความรู้และความสามารถในการคำนวณที่ดี โดยเฉพาะด้านกระบวนการและการปฏิบัติ รวมถึงความสามารถและความเต็มใจใช้กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งการคิดเชิงตรรกศาสตร์ และการคิดเชิงปริภูมิ และความสามารถในการนำเสนอด้วยสูตร แบบจำลอง โครงสร้าง กราฟ และแผนผังต่าง ๆ

Niss (2003, pp. 7-10) ให้ความหมายว่า สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ในและนอกขอบเขตทั่วไปทางคณิตศาสตร์ที่สามารถทำได้ เช่น ใช้คณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจเพื่อตัดสินใจ เพื่อปฏิบัติและเพื่อให้เหตุผล รวมถึงการเตรียมการและสามารถปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยใช้ความรู้พื้นฐานและใช้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ด้วยการปฏิบัติทางกาย การแสดงพฤติกรรม (รวมทั้งการพูด) และการคิด

OECD (2007) กล่าวว่า สมรรถภาพมีความหมายมากกว่าความรู้และทักษะ แต่รวมถึงความสามารถในการตอบสนองความต้องการด้วยการโน้มน้าวและการขับเคลื่อนทางจิต เช่น ความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพเป็นสมรรถภาพที่เกิดจากความรู้ด้านภาษาของบุคคล ทักษะปฏิบัติทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารและเจตคติต่อคนที่สื่อสารด้วย

จากความหมายของสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ข้างต้น พอสรุปได้ว่า สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ในและนอกขอบเขตทั่วไปทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจ ปฏิบัติ คำนวณ ตัดสินใจ และให้เหตุผลในสถานการณ์ต่าง ๆ

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์จำแนกออกเป็น 5 ด้าน (Kilpatrick & Swafford, 2001, pp. 106-108) คือ

1. ความเข้าใจมโนทัศน์ (Conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์
2. ความคล่องแคล่วเกี่ยวกับกระบวนการ (Procedural fluency) หรือทักษะของนักเรียนในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างยืดหยุ่น ถูกต้องแม่นยำ มีประสิทธิภาพและเหมาะสม
3. สมรรถนะเกี่ยวกับยุทธวิธี (Strategic competence) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้าง แสดง และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. การให้เหตุผล (Adaptive reasoning) หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะ การไตร่ตรอง การอธิบาย และการตัดสินใจได้อย่างแข็งเชิงคณิตศาสตร์
5. คุณลักษณะและการเห็นประโยชน์ (Productive disposition) ประกอบด้วย การที่นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความหมาย มีประโยชน์ และมีคุณค่า

Niss (2003, pp. 218-219) กล่าวถึง สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematical competencies) ว่าประกอบด้วยสมรรถภาพ 8 สมรรถภาพดังนี้ การคิดเป็นคณิตศาสตร์ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ การจัดการกับสัญลักษณ์และแบบแผนทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือรวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ

จากองค์ประกอบของสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่รวบรวมไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบ 2 ด้าน คือ ด้านความรู้ และด้านความสามารถ ซึ่งในงานวิจัยนี้เน้นศึกษาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพราะจะทำให้ผู้เรียน ใฝ่รู้ เชื่อสิ่งที่มีเหตุผล รอบคอบในการตัดสินใจ ชยันต์ แสวงหาข้อมูล และมุ่งมั่นในการแสวงหาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแนวทางการพัฒนาการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแนวทางการพัฒนาการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แนวทางการพัฒนาการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Bell (1981, p. 108) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง ความคิดนามธรรมในการจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ใดที่เป็นตัวอย่าง เช่น คำว่าเซต สับเซต การเท่ากัน การไม่เท่ากัน รูปสามเหลี่ยม ลูกบาศก์ รัศมี และเลขยกกำลังเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Toumasis (1995, p. 98) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้าโดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้า ที่มีความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันได้

Charlesworth (2005, p. 2) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงกรอบความรู้ที่สร้างขึ้นจากการจัดประเภท และการจำแนกประเภทของข้อมูลโดยผู้เรียน

จากความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ข้างต้นอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่สรุปจากลักษณะสำคัญร่วมกัน ซึ่งแสดงถึงความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ดำเนินการจนเกิดการเรียนรู้ จากแนวคิดที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับงานวิจัยนี้ได้ว่า การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การใช้หลักความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์อื่น ๆ

แนวทางการพัฒนาการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์นิยมใช้วิธีอุปนัย (Kahney, 1993, p. 104) คือ การให้เห็นหรือศึกษาจากตัวอย่างมาก ๆ แล้วสรุป ซึ่งมีลำดับขั้นการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนสังเกตจากตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อจำแนกความแตกต่าง และหาลักษณะร่วม

ขั้นที่ 2 สรุปลักษณะร่วม

ขั้นที่ 3 ทดสอบ นำไปใช้

มหาวิทยาลัยรามคำแหง (2530, หน้า 31-32) ได้เสนอรายละเอียดกระบวนการสอน ให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยกระบวนการดังนี้

1. เริ่มจากการรับรู้ (Perception) ให้นักเรียนสังเกตเพื่อหาข้อมูลจากสิ่งที่ต้องการ จะสร้างมโนทัศน์ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การดู การฟัง การสัมผัส เป็นต้น
2. การพิจารณาข้อแตกต่าง (Differentiation) ให้นักเรียนพิจารณาความคล้ายคลึง หรือความแตกต่างของข้อมูลหรือสิ่งที่เรียนให้ละเอียดมากขึ้น
3. การแยกแยะ (Discrimination) คือ การสามารถในการแยกแยะสิ่งที่เรียนออกจาก สิ่งอื่น
4. การรวมเข้าด้วยกัน (Integration) คือการสรุปรวบยอดหรือหารูปแบบทั่วไปของ เรื่องที่เรียนเพื่อสร้างเป็นหน่วยความคิด เป็นการกำหนดและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้ พิจารณาแล้ว ผลที่ได้ออกมาอาจกำหนดเป็นสัญลักษณ์ สิ่งสรุปรวบยอดนี้ เรียกว่า มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นหลักการบางอย่างที่ได้จากการพิจารณาคุณสมบัติซึ่งมีลักษณะเฉพาะ
5. การอุปนัย (Induction) เป็นกระบวนการสร้างมโนทัศน์อีกขั้นหนึ่ง คือการเอาสิ่งที่ ค้นพบไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์อื่นบ้างในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูจำเป็นต้องรู้ว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่เรียน หรือไม่ ดังนั้นครูจึงต้องศึกษาพฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน ซึ่ง College (2002, p. 38) ได้จำแนกพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน ซึ่งประกอบด้วย

- สามารถระบุ เรียกชื่อของมโนทัศน์
- สามารถสังเกต คัดเลือก จำแนก แยกแยะ
- สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์ ด้วยการแสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบ แผนผัง

การจัดกระทำ และนำเสนอมโนทัศน์ด้วยวิธีการต่าง ๆ

- สามารถอธิบาย และใช้เครื่องหมาย สัญลักษณ์และรูปแบบในการนำเสนอมโนทัศน์
- สามารถใช้หลักการทั่วไป รู้และใช้ข้อเท็จจริงและบทนิยาม
- สามารถอธิบาย สรุปความหมาย ความรู้ และความเข้าใจมโนทัศน์ด้วยภาษาของ

ตนเอง

- สามารถเปรียบเทียบ บอกข้อแตกต่าง และผสมผสานมโนทัศน์และหลักการทั่วไปที่สัมพันธ์กันเพื่อขยายความเข้าใจ

- ข้อสรุปทั่วไปและความสัมพันธ์ของการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากแนวคิด และหลักการต่าง ๆ ที่เสนอมานี้ สรุปได้ว่าสิ่งที่ควรสอนเพื่อพัฒนาการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ การสอนให้นักเรียนสังเกตจากตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อจำแนกความแตกต่างและหาลักษณะร่วมเพื่อได้ข้อสรุปทั่วไป ตลอดจนความสัมพันธ์ของการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้กับนักเรียนในระดับต่าง ๆ ดังนี้

ปราโมทย์ บุญญศิริ (2546) วิจัยการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ที่เน้นการปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีและสามารถสรุปมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง เช่น ในการทดลองกิจกรรมการวัดอุณหภูมิเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับจำนวนเต็ม โดยให้นักเรียนทำการทดลองวัดอุณหภูมิ น้ำ แข็ง และน้ำแข็งปนเกลือ ทำให้นักเรียนได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับจำนวนเต็มว่าจำนวนเต็มมีทั้งที่เป็นจำนวนเต็มบวก ศูนย์และจำนวนเต็มลบ และยังทำให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

เวทฤทธิ อังกนะภัทรขจร (2554, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ผลการวิจัยพบว่า นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 37.55) มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ 3 คือ นิสิตสามารถตอบคำถามถูกต้องสมบูรณ์โดยการอธิบายมีการอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน หรือสามารถตอบคำถามถูกต้องอย่างสมบูรณ์แต่การอธิบายใช้การอ้างอิงความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

Rittle-Johnson and Alibali (1999) ได้นำเสนอรูปแบบการพัฒนาความรู้ด้านมโนทัศน์ และความรู้ด้านการดำเนินการเรื่องเศษส่วน โดยกลุ่มทดลองเป็นผู้เรียนเกรด 5 และเกรด 6 ผลการวิจัยพบว่าความรู้ด้านมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมีอยู่ก่อน มีส่วนสนับสนุนความรู้ด้านการดำเนินการของผู้เรียน และความรู้ด้านการดำเนินการมีส่วนช่วยให้ความรู้ด้านมโนทัศน์ของผู้เรียนดีขึ้น

Grinevitch (2004) ได้ส่งเสริมความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องพีชคณิตนามธรรมของนักศึกษาโดยใช้ทฤษฎีพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของไพรีและไคเรน โดยใช้กรณีศึกษา

นักศึกษาจำนวน 6 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มที่ได้รับการส่งเสริมความเข้าใจในทัศนคติ
ตามทฤษฎีนี้ มีความเข้าใจในทัศนคติ มีความชำนาญ และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนน้อย

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์
ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่มีความรู้ด้านมโนทัศน์ที่มีอยู่ก่อน มีส่วนสนับสนุนความรู้ด้านการดำเนินการ
ของผู้เรียนดีขึ้น

2. ความเข้าใจในทัศนคติทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการส่งเสริมจะช่วยให้นักเรียน
มีความเข้าใจในทัศนคติ สามารถตอบคำถามถูกต้องสมบูรณ์โดยการอธิบายมีการอ้างอิงความรู้และ
ความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีความชำนาญ
และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนน้อย เป็นต้น

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับกรให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แนวทางการพัฒนา
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่ผู้สอน
คณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของการให้เหตุผลดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 38) ได้กล่าวว่า
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิด
วิเคราะห์ และ/ หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ ข้อความ/ แนวคิด/
สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริง
หรือสถานการณ์ใหม่

เกรียงศักดิ์ ราพวรรณ (2552, หน้า 11) ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ไว้ว่าหมายถึง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดและ
การสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด

นอกจากนี้ อัมพร ม้าคะนอง (2554, หน้า 48) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป
และการสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

จากความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ข้างต้นอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเหตุและผล โดยการจำแนกข้อเท็จจริง ใช้หลักเหตุผลเพื่อหาคำตอบ ตัดสินความถูกต้อง หรือข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และขยายหลักการไปสู่ความคิดอื่น

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเป็นเป้าหมายหลักในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Krulik and Rudnick (1993, pp. 8-9) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลจะต้องเป็นเป้าหมายแรกของครูทุกคนในห้องเรียน Lappan and Schram (1989, pp. 18-19) ได้กล่าวถึงเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลไว้ว่า ควรจัดกิจกรรมการเรียนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีพิสูจน์ สังเกตรูปแบบ ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยอธิบายรูปแบบแสดงด้วยภาพหรือแบบจำลอง และให้ตอบคำถามต่าง ๆ เช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า...” “จงใช้ตัวอย่างของ...” “หรือสามารถใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ ถ้าดำเนินการแบบเดิมไม่บรรลุผล” เหล่านี้ล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด การสร้างข้อคาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ ส่วน Guilford and Hoepfner (1971, pp. 28-32) ให้ความเห็นว่า การพัฒนาให้บุคคลมีความสามารถในการให้เหตุผลนั้นต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลนี้เป็นสิ่งที่ฝึกกันได้และเป็นสิ่งที่โรงเรียนต้องจัดทำ โดยสอนควบคู่ไปกับเนื้อหาปกติหรือในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000, pp. 262-267) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าในการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ควรให้นักเรียนได้ฝึกพูดหรือเขียนเพื่อแสดงความคิดหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง รู้จักการคาดการณ์ หรือเดาคำตอบและการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไปได้อย่างสมเหตุสมผล รวมไปถึงฝึกการใช้ความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในการสรุปข้อเท็จจริงใหม่โดยการใช้วิธีการในเหตุผลต่าง ๆ

Baroody and Cooney (1998 อ้างถึงใน เจนสมุทร แสงพันธ์, 2550, หน้า 13) ได้นำเสนอเทคนิควิธีการส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียนไว้ดังนี้

1. ควรฝึกให้ผู้เรียนคาดเดา ความกลัวว่าจะทำผิดมักจะทำให้เด็ก ๆ กลัวที่จะเดาหรือสร้างข้อความคาดการณ์ในชั้นเรียน ความกลัวต่าง ๆ เหล่านี้้นอาจจะมาจากประสบการณ์เดิมและปัจจุบันของนักเรียน สิ่งที่สำคัญครูต้องทำคือ การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ทำให้นักเรียนไม่กลัวที่จะตอบผิดบ้าง นอกจากนี้ครูยังควรที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้คาดเดาคำตอบ คาดเดากับ

สิ่งที่เห็นเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนได้สังเกตข้อมูลต่าง ๆ ครูจะต้องช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นว่า คำตอบที่ผิดเป็นกระบวนการหนึ่งของการเรียนรู้ ทำให้การคาดเดาและการสร้างข้อความคาดการณ์ เป็นสิ่งที่สำคัญ

2. ควรช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงคุณค่าของการตอบผิดในการหาคำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจว่าการคาดเดาที่ผิดพลาดครั้งก่อนหน้าจะเพิ่มโอกาสในการหาคำตอบ ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เช่น การให้เหตุผลของการตอบในเกม 20 คำถาม เกมนี้จะช่วยให้ผู้เล่น ให้เหตุผลโดยการเดา และตัดคุณสมบัติที่ไม่เกี่ยวข้องของคำตอบออกไปเรื่อย ๆ

3. ให้ความสำคัญกับการคิดเชิงหยั่งรู้และเน้นว่าทำไมเราจึงต้องตรวจสอบที่หยั่งรู้และการให้เหตุผลแบบอุปนัยและสามารถแสดงการตรวจสอบนั้นได้อย่างไร ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง เรายังจะให้เหตุผลโดยการหยั่งรู้ไปยังคำตอบที่เราต้องการก่อนเสมอ ครูผู้สอนจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบและหาความจริงโดยการเพิ่มเติมข้อมูลรวมไปถึงต้องใช้เหตุผลแบบนิรนัยด้วย

จากแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ครูจะใช้การสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือคิดด้วยตนเอง รู้จักสังเกต คาดการณ์ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง อธิบายชี้แจงอย่างมีเหตุผล และหาข้อสรุป โดยครูเป็นผู้สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยการสนับสนุนให้มีการอภิปราย สนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันอย่างเป็นอิสระและหลากหลาย สนับสนุนให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ มีการกระตุ้นด้วยคำถาม คอยช่วยเหลือชี้แนะให้กำลังใจ ชี้แจงในสิ่งที่นักเรียนขาดตกบกพร่อง พร้อมทั้งมีการจัดเตรียมกิจกรรม โจทย์หรือสถานการณ์ ปัญหาที่เหมาะสมกับนักเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้กับนักเรียนในระดับต่าง ๆ ดังนี้

สมเดช บุญประจักษ์ (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ผลการวิจัย พบว่า ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

นิตยา ธรรมมิกะกุล (2550, บทคัดย่อ) เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โดยอาศัยวิธีการวิจัยเชิงพัฒนาในลักษณะภาคตัดขวางและศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำแนกตามระดับชั้นเรียน เพศ และระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ของโรงเรียนในกลุ่มศรีนครินทร์กรุงเทพมหานครภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 734 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนช่วงชั้นที่ 2 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐกานต์ รัตนาค (2552, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ากระบวนการเรียนการสอนมี 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ 2) ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ 3) ขั้นถ่ายโยงการเรียนรู้ 4) ขั้นสะท้อนความคิด ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในทางที่ดีขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

Muthukrishna (1993, p. 3834-A) ได้ศึกษาการฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์วิธีการสอน 2 วิธี คือ การสอนด้วยการอธิบายโดยตรง กับการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ ที่ทำให้เกิดการค้นพบด้วยการชี้นำต่อการพัฒนาทักษะทางปัญญาระดับสูง เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 106 คน ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่เรียนในบรรยากาศการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ มีพัฒนาการดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยยุทธวิธีการบรรยาย กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจเชิงมนทัศน์ที่ลึกซึ้งกว่า มีความเชื่อและเป้าหมายในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่า และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการบรรยาย

O'Toole (2001) ได้ทำการจัดกิจกรรมเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้การตรวจสอบความสัมพันธ์ในเรื่องพื้นฐานทางจริยธรรมเพศและระดับของการให้เหตุผลที่เป็นทางการกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเกรด 7 จำนวน 106 คน ผลการวิจัยพบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับการให้เหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็น .556 มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพื้นฐานทางจริยธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็น .549 และมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเพศกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็น .057 ส่วนการให้เหตุผลอย่างเป็นทางการและพื้นฐานทางจริยธรรมสามารถเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ และระดับการให้เหตุผล

และพื้นฐานทางจริยธรรมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์แต่เพศไม่มีผลต่อ
ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์

Christou and Papageorgiou (2006, pp. 55-56) ได้ปรับปรุงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ผ่านโครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึงพื้นฐานบทวรรณกรรมใน
การให้เหตุผลเชิงอุปนัยโดยได้ทำการศึกษาโครงสร้างสำหรับการแนะนำและการประเมินการให้
เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นการชี้แจงและทำให้
สมบูรณ์ท่ามกลางคุณสมบัติและความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใช้ข้อมูล
จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 135 คน ในประเทศไซปรัสได้ใช้ประโยชน์จาก
การวิเคราะห์ปัจจัยที่นำมายืนยันและพิสูจน์ความสอดคล้องกับข้อมูลแล้วนำมาสรุปให้เป็น
กระบวนการเฉพาะที่มุ่งตรวจสอบความเหมือนและแตกต่างในคุณสมบัติหรือและความสัมพันธ์
ซึ่งเป็นการนำมาใช้สำหรับผลเฉลยของปัญหาคณิตศาสตร์เชิงอุปนัยที่ควบคุมด้วยคุณสมบัติ
หรือความสัมพันธ์ ผลจากการวิจัยโครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้ให้
ประโยชน์ในการกำหนดพื้นฐานทางทฤษฎีสำหรับการออกแบบหลักสูตรและการกำหนดโปรแกรม
ในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลจะช่วยให้ นักเรียนค่อย ๆ
เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในทางที่ดีขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์
ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

ในส่วนการประเมินสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์นั้น มีแนวทางในการประเมิน
สมรรถภาพในการจัดการเรียนรู้ว่าควรดำเนินการประเมินในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (ปรีชาญ เดชศรี
และเกตุวดี กัมพลาศิริ, 2552, หน้า 3-6)

1. การประเมินด้านความรู้/ ความเข้าใจ เป็นการประเมินความรู้/ ความเข้าใจ
ครอบคลุมถึงข้อเท็จจริง กระบวนการ และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องรู้ ประเมินจาก
การให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2. การประเมินด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นการเน้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้
และความเข้าใจในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม ซึ่งวิธีการประเมินทำได้โดยการให้นักเรียนเลือก
กระบวนการในการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และอธิบายข้อมูลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้
ในการอ้างอิง

3. การประเมินด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผล เป็นการประเมินการแก้ปัญหาโดยการรวมเอาปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาที่ซับซ้อนและการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน ซึ่งวิธีการประเมินทำได้โดยการให้นักเรียนกำหนดและบรรยาย หรือใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวบรวมกระบวนการในการหาคำตอบ และยืนยันคำตอบทั้งที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องและที่ผิด

จากการประเมินสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่รวบรวมไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จากการแก้ปัญหาโดยการกำหนดโจทย์ หรือสถานการณ์ที่นักเรียนอาจเคยพบในชีวิตจริง ให้นักเรียนคิด ใช้เหตุผล และแก้ปัญหา โดยลักษณะของโจทย์ปัญหาในการประเมินควรเป็นจริง มีความซับซ้อน ใช้วิธีการหลายขั้นตอน และน่าสนใจ ซึ่งอาศัยประโยชน์จากความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนในชั้นเรียนเพื่อเป็นเครื่องมือในการทำ ความเข้าใจ จัดการ และแก้ปัญหา

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในประเด็นการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษา และรวบรวมความหมายของ “รูปแบบการจัดการเรียนรู้” จากแนวคิดที่หลากหลายของนักวิชาการไว้ดังนี้

Joyce, Weil and Calhoun (2004) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นแผนเชิงปฏิบัติของแนวคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะใช้ในการจัดกระทำเพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหา รายวิชาต่าง ๆ ตามเป้าหมายที่วางไว้

บุญชม ศรีสะอาด (2541, หน้า 140) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความหมาย 2 แนวทาง แนวทางแรกคือ มองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมหรือวิธีสอน ส่วนแนวที่ 2 มองรูปแบบการจัดการเรียนรู้กว้างกว่า โดยมองว่าเป็นโครงสร้างที่แสดงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการสอนที่นำมาใช้ร่วมกันเพื่อให้เกิดผลดีแก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ ทิศนา แชมมณี (2553, หน้า 221) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง สภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้ อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการ แนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบ จะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียน การสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น

จากความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการ เรียนรู้ หมายถึง แบบแผนขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย สาระการเรียนการสอน ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน การประเมินผล ที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ มีหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อโยงต่าง ๆ โดยอาศัย วิธีและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วย รูปแบบต้องมีประสิทธิภาพสามารถใช้เป็น แบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ ได้

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในการศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีการพิจารณาจากองค์ประกอบ ของ Joyce et al. (2004) ซึ่งกล่าวไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. เป้าหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะอธิบายถึงสิ่งที่มุ่งพัฒนา หรือคุณลักษณะ ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน
2. หลักการหรือแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ
3. รายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และการดำเนินการสอน
4. การประเมินผลที่จะชี้ให้เห็นถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบนั้น

Dick and Carey (1996) ได้สรุปองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายหรือผลลัพธ์การเรียนรู้
2. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้
3. การประเมินการจัดการเรียนรู้

ทิศนา แชมมณี (2545, หน้า 4) ได้เสนอแนะไว้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องมี องค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐาน หรือหลักการของ รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. มีการบรรยาย หรืออธิบายสภาพ หรือลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3. มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

4. มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Joyce et al. (2004), Dick and Carey (1996) และทิสนา แคมมณี (2545, หน้า 4) สามารถสรุปเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบ ซึ่งจะเป็แนวคิดและพื้นฐานความเชื่อในการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ เป็เป้าหมายเฉพาะเจาะจงของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นว่ามุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีลักษณะอย่างไร

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ เป็การอธิบายถึงการดำเนินการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบที่เป็นขั้นตอน และรายละเอียดของกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอน และนักเรียน

4. การวัดและประเมินผล เป็แนวทางการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ที่จะบอกถึงประสิทธิภาพของรูปแบบ หรือบอกถึงการบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น

การพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ใดก็ตาม จะกลายเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อการจัดการเรียนการสอนนั้นได้ผ่านารูปแบบการจัดอย่างเป็นระบบเสียก่อน ซึ่ง Joyce et al. (2004) ได้เสนอหลักการสำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นต้น

2. เมื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แล้ว ก่อนไปใช้อย่างแพร่หลาย ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพเชิงการใช้สถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข

3. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ อาจออกแบบให้ใช้ได้อย่างกว้างขวางหรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะมีจุดหมายหลักที่ถือเป็นตัวตั้งในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลัก จะทำให้เกิดผลสูงสุด แต่ก็สามารถนำรูปแบบนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ถ้าเห็นว่าเหมาะสม

นอกจากนี้ ทิศนา แชนมณี (2553, หน้า 201-204) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างระบบหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน
2. ศึกษาหลักการ/ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบและเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยในการค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้รูปแบบมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ และจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหลาย การนำข้อมูลจากความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างรูปแบบจะช่วยขจัด หรือป้องกันปัญหาซึ่งจะทำให้รูปแบบนั้นขาดประสิทธิภาพ
4. กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ ได้แก่ การพิจารณาว่ามีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ ในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ และความละเอียดรอบคอบจึงจะสามารถกำหนดองค์ประกอบที่จะเอื้อให้รูปแบบนั้นประสบความสำเร็จได้
5. นำองค์ประกอบต่าง ๆ มาจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป
6. จัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ โดยพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานไปได้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่อาจใช้เวลาในการพิจารณามาก
7. สร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยแสดงให้เห็นถึงผังจำลองขององค์ประกอบต่าง ๆ
8. ทดลองใช้รูปแบบเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น
9. ประเมินผล โดยการศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้รูปแบบว่าได้ผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด
10. ปรับปรุงรูปแบบ โดยนำผลการทดลองมาปรับปรุงรูปแบบให้ดียิ่งขึ้น

จะเห็นได้ว่าแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นจะต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนเป็นระบบ โดยต้องทำการศึกษาหลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานและเพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ พบว่ามีวิธีการนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่แตกต่างกันตามกรอบแนวคิดที่จะนำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ เช่น

สุมาลี กาญจนชาติ (2543) ได้กำหนดขั้นตอนการพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณลักษณะของนักเรียนระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไว้เป็น 3 ระยะ ดังนี้ 1) การพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณลักษณะของนักเรียนระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 2) การตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และ 3) การประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ประสิทธิ์ ศรีเดช (2553, หน้า 33) ได้กำหนดขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ไว้เป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 สร้างรูปแบบการสอน ซึ่งในรูปแบบการสอนนั้นจะประกอบด้วย การนำเข้าสู่รูปแบบการสอน ระยะที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอน และระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการสอนและศึกษาผลและการนำผลที่เกิดจากการนำรูปแบบการสอนไปใช้

จตุพร อัสวโสวรรณ (2555) ได้กำหนดขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้เป็น 3 ระยะ ดังนี้ 1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอนโดยการทดลอง และ 3) การประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์เป็นแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ โดยมีการนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เป็นระบบในการสร้างสรรค์การจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถนำไปสู่การปฏิบัติจริงได้ โดยดำเนินการเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และระยะที่ 3 การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ มีการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตร ปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

4. การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

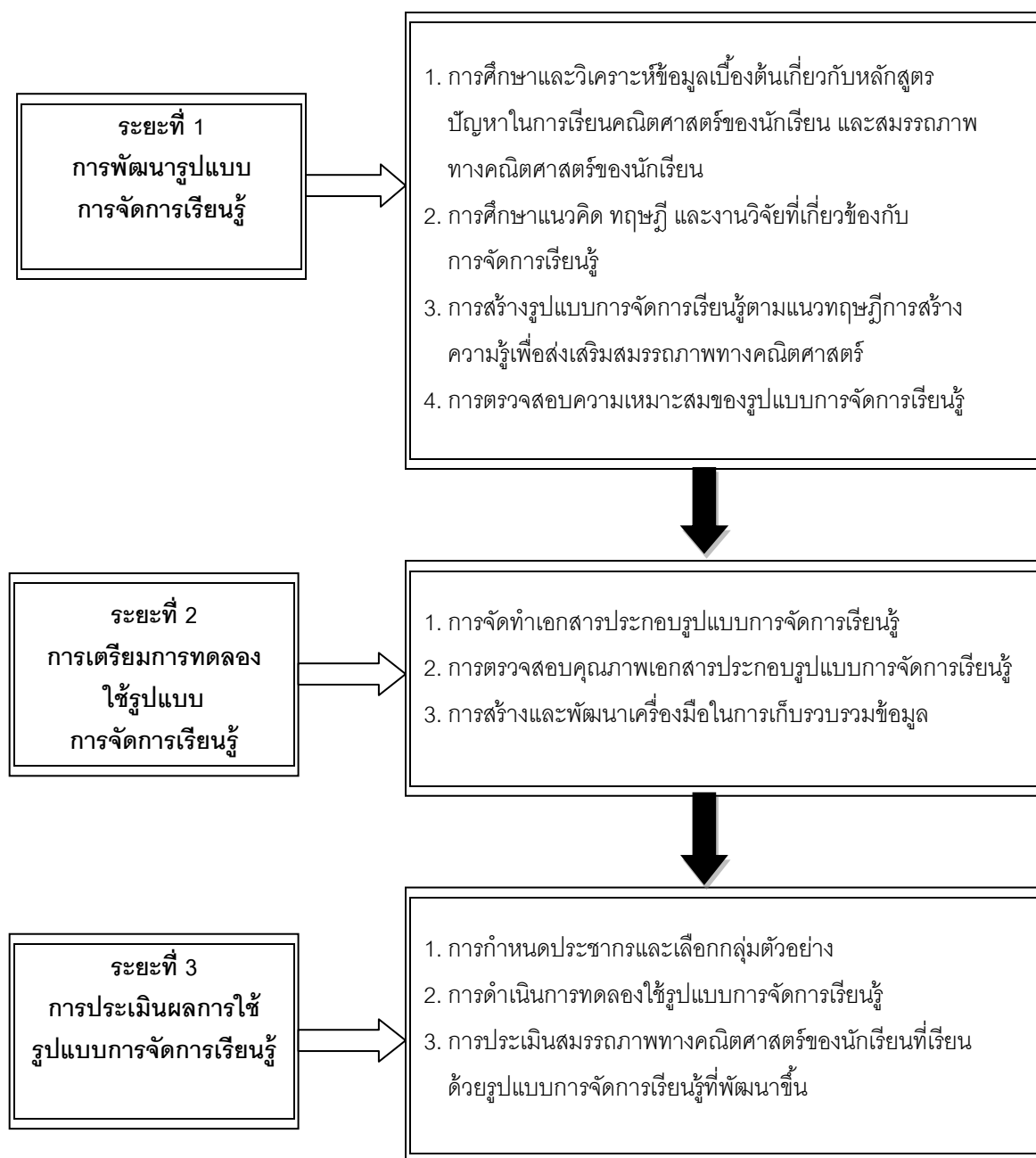
ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. การตรวจสอบคุณภาพของเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะที่ 3 การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. การประเมินสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ผู้วิจัยมีการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการพัฒนาดังต่อไปนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตร ปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลดังนี้
 - 1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามความมุ่งหวังของหลักสูตร และส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

เป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ม.1-3) คือ การพัฒนาทางปัญญา ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และมีความสามารถในทักษะการเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม (กรมวิชาการ, 2545)

แนวทางการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ยึดหลักว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง ผู้เรียนต้องนำตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ อยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน และเพื่อตัดสินผลการเรียน โดยผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

- 1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน รายงานการวิจัยต่าง ๆ ซึ่งพบว่า จากการศึกษาของ Bakar et al. (2010) พบว่า นักเรียนไม่สามารถจดจำสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ สับสนในเนื้อหาที่เรียน ไม่เข้าใจการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ และ

ไม่สามารถประยุกต์การใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ๆ ได้ ผลการวิจัยของ Barcellos (2005) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและทักษะที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบความผิดพลาดหลายประการ ได้แก่ การไม่เข้าใจเครื่องหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้สมบัติไม่ถูกต้อง ข้อบกพร่องเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล เป็นต้น และผลการวิจัยของสมวงษ์ แปลงประสพโชค, เดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภูอุดม (2551) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์แล้วเกิดการลืม จำไม่ได้ ไม่เข้าใจ ขาดการฝึกฝนและ ทบทวนด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ ไม่เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ มองว่าคณิตศาสตร์ เป็นเรื่องไกลตัว ห่างไกลจากการดำเนินชีวิต และไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ซึ่งปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์เหล่านี้ล้วนเป็นปัญหาทางด้านเนื้อหาความรู้ รวมถึงด้านทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย กล่าวโดยรวมจะเห็นได้ว่าปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนส่วนมากน่าจะมาจากการขาดสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematical competency)

1.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่จัดโดยองค์กร เพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ในโครงการประเมินผลนานาชาติ หรือ PISA (Program for International Student Assessment) จากเอกสารรายงานผลการประเมินเมื่อปี ค.ศ. 2012 ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematics literacy) ของนักเรียนไทย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 427 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวม ซึ่งเท่ากับ 494 คะแนน ค่อนข้างมาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 ก) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดลำดับ โดยโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2554 (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS 2011) ซึ่งพบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการให้เหตุผล เท่ากับ 429 คะแนน ต่ำกว่าคะแนน มัธยมศึกษานานาชาติ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 500 คะแนน (สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2554) ควรได้รับการแก้ไขโดยเร่งด่วน

1.4 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับปัญหาในการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้ ถือเป็นทักษะ และกระบวนการ ที่สำคัญที่นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจอย่างมาก เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหา สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวให้ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาในข้อง่าย ๆ ได้ แต่ส่วนมาก

นักเรียนไม่สามารถคิดหรือแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ที่แตกต่างไปจากเดิมหรือมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังไม่สามารถแปลความหมาย/ เปลี่ยนรูปข้อความในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการได้ถูกต้อง ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนยังมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจนเพียงพอ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจจะสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างมโนทัศน์จากการคิดและปฏิบัติด้วยตนเอง มาทดลองใช้ในวิชาคณิตศาสตร์โดยเน้นเฉพาะการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ทางด้านการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

2. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ พบว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงยิ่งขึ้น รายละเอียดมีดังนี้

ทฤษฎีการสร้างความรู้มีรากฐานจาก Cognitive constructivism และ Social constructivism (สุมาลี ชัยเจริญ, 2547) ซึ่งทั้ง 2 แนวคิด ล้วนเป็นทฤษฎีที่ศึกษาแยกแยะองค์ประกอบที่ส่งผลต่อพัฒนาปัญญาของมนุษย์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง ซึ่งประกอบด้วย การเข้าใจมโนทัศน์และการให้เหตุผล

แนวคิด Cognitive constructivism มีข้อสรุปที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1) พัฒนาการทางปัญญาเกิดจากการซึมซับประสบการณ์ และการปรับโครงสร้างโดยกระทำกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัยทำให้นักเรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Piaget, 1980 cited in Bybee & Sund, 1982; Bruner, 1977)

2) ข้อขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดสภาวะไม่สมดุลเป็นแรงจูงใจที่ทำให้เกิดการกระทำอันจะก่อให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา (Piaget, 1980 cited in Bybee & Sund, 1982)

3) พัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์จะเป็นไปตามลำดับขั้นไม่มีการกระโดดข้ามขั้นหรือสลับลำดับกันได้ (Piaget, 1980 cited in Bybee & Sund, 1982)

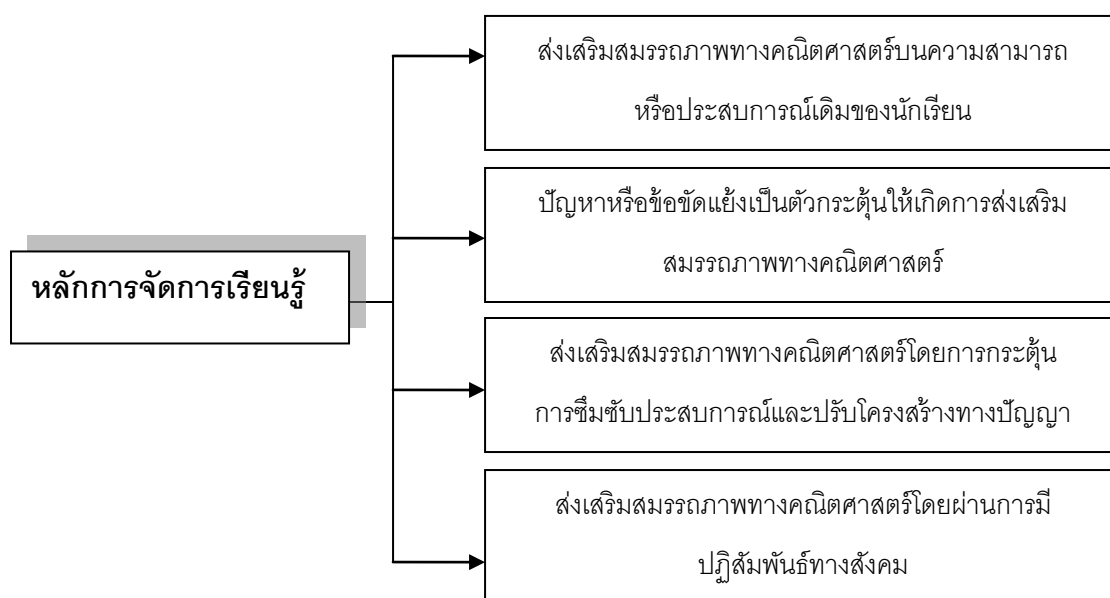
แนวคิด Social constructivism มีข้อสรุปที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1) ภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้พัฒนาการทางปัญญาของบุคคลเปลี่ยนจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นซับซ้อนหรือขั้นสูง (Vygotsky, 1978 cited in Driscoll, 1994)

2) การพัฒนาความสามารถทางปัญญาระดับสูงต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือความสามารถปัจจุบันของนักเรียนที่เรียกว่า “Zone of proximal development” โดยใช้สถานการณ์

ที่เลยขีดความสามารถปัจจุบันและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา (Vygotsky, 1978 cited in Driscoll, 1994)

จากข้อสรุปที่ได้ ผู้วิจัยนำมากำหนดเป็นหลักการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้



ภาพที่ 3 หลักการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ และแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ โดยผู้วิจัยนำผลการศึกษามาวิเคราะห์สรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

2.1.1 แนวทางการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาสมรรถภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักการศึกษา และของ NCTM (2000) ผู้วิจัยได้แนวคิดในการพัฒนาสมรรถภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ดังนี้

การใช้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การใช้หลักความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์อื่น ๆ ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการใช้

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต้องพัฒนาความสามารถที่จำเป็นในการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการใช้หลักความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบาย การเขียน หรือแสดงหลักฐาน เพื่อลงความเห็นหาข้อสรุป โดยผ่านการวิเคราะห์ ที่เป็นไปอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะต้องจัดสถานการณ์ให้นักเรียน ได้คิด ได้ให้เหตุผล จัดบรรยากาศที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล ส่งเสริมให้มีอภิปรายการให้เหตุผล ของตนเอง และผู้อื่น ให้นักเรียนอธิบายหลักการที่ใช้ในการให้เหตุผลของตนเอง

2.1.2 แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีหลาย ๆ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ พบว่า แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับนักการศึกษากลุ่ม Social constructivism มองการสร้างความรู้ของนักเรียนว่าเป็นกระบวนการทางสังคม ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ขณะที่นักการศึกษากลุ่ม Cognitive constructivism มองว่านักเรียนสร้างความรู้ในขณะที่พยายามจะปรับโครงสร้างความรู้ของตนเองให้เข้าสู่ภาวะสมดุล หรือพยายามแก้ปัญหาที่เกิดจากความขัดแย้งทางความคิดของตนเอง ดังนั้นสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการพัฒนาจึงเป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง และสามารถนำทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ได้

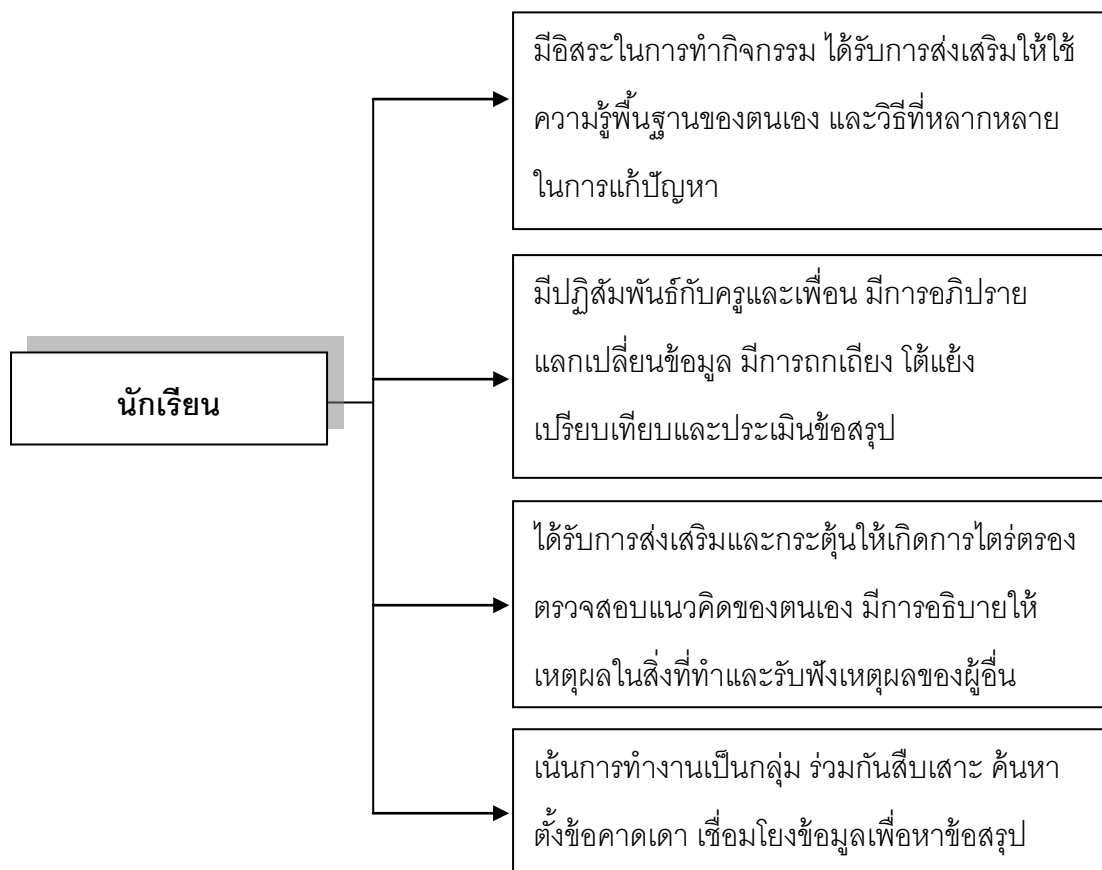
ข้อสรุปจากแนวคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ
- 2) ให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติโดยมีอิสระในการคิดและทำสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง

- 3) ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในบรรยากาศของการเรียนที่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

- 4) ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้แล้วไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้อย่างเหมาะสม

จากแนวทางการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ และแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้นำมาสรุปเป็นแนวทางการจัด การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดังนี้



ภาพที่ 4 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

2.3 ศักยภาพของครูที่จัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ของ Henriques (1997, p. 5) และ Martin (1994, p. 47) นำมาวิเคราะห์และจัดทำเป็นบทบาทที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังนี้

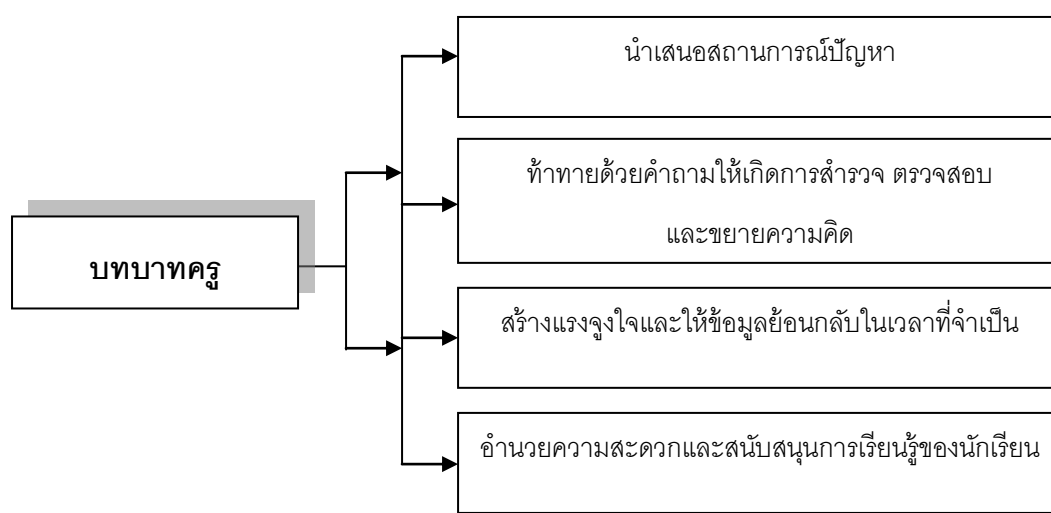
2.3.1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสนทนา ซักถาม นำสื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาประกอบ

2.3.2 ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการตรวจสอบแนวคิดของตนเองตลอดเวลา โดยการถามให้นักเรียนอธิบายถึงเหตุผล และรายละเอียดของขั้นตอนการกระทำหรือแนวคิดต่าง ๆ

2.3.3 ให้นักเรียนเป็นอิสระจากการกำกับของครู ครูต้องยอมให้นักเรียนเรียนรู้จากความผิดพลาดของตนเองโดยครูจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ตลอดจนถึงคำถามให้นักเรียนอธิบายและขยายความเพิ่มเติม

2.3.4 ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในเวลาที่เหมาะสม หลีกเลี่ยง การตีความหรือแก้แนวคิดของนักเรียน แต่ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถค้นพบหนทางของตนเอง

จากบทบาทหน้าที่ของครูที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาสรุปเป็นแผนภาพแสดง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังนี้



ภาพที่ 5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

2.4 กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ของ Zahoric (1995, pp. 14-22), Rheta (1996 อ้างถึงใน สุมาลี กาญจนชาติตรี, 2543, หน้า 38) และ Murphy (1997) นำมาวิเคราะห์และจัดทำเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

ขั้นตอนการสอนของนักวิชาการ			ขั้นการจัดการเรียนรู้
Zahoric	Rheta	Murphy	
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน	1. สร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนและให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1. การกระตุ้นให้ใช้มุมมองที่หลากหลาย 2. ให้นักเรียนกำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์	→ 1. ขั้นความขัดแย้งทางความคิด
2. ขั้นให้ความรู้ในลักษณะที่เป็นองค์รวมก่อนที่จะเรียนรู้ของค่อย	2. ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางอารมณ์อันนำไปสู่การเจรจาต่อรองและประนีประนอมความขัดแย้งทางความคิดโดยเน้นการปฏิสัมพันธ์ทางวิชาการ	3. ครูแสดงบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ 4. จัดบริบทของการเรียน 5. ส่งเสริมการวางแผนและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง	→ 2. ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ
3. ขั้นสำรวจตรวจสอบความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น	3. กระตุ้นความมีเหตุผลของนักเรียนโดยเริ่มจากสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้ว	6. จัดสถานการณ์ตามความเป็นจริง 7. ใช้ข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิ	→ 3. ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง
4. ขั้นขยายและตกแต่งความรู้ด้วยตนเองด้วยการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง		8. นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ 9. พิจารณาความรู้เดิม	→ 4. ขั้นตรวจสอบความรู้
5. ขั้นสะท้อนความคิดเห็น		10. ส่งเสริมการแก้ปัญหา	

จากผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ผู้วิจัยได้กำหนดลำดับขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ออกเป็น 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นความขัดแย้งทางความคิด

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบความรู้

โดยมีรายละเอียดของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นความขัดแย้งทางความคิด เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ดึงประสบการณ์เดิมของนักเรียนออกมาและสร้างประสบการณ์ใหม่ที่ขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมเพื่อทำให้เกิดความไม่ตรงกันทางความคิด วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ คือ การถามคำถาม การอภิปราย การใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อลดความไม่ตรงกันทางความคิดที่เกิดขึ้น วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ คือ การตั้งคำถาม การอภิปราย การใช้สื่อต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สรุปข้อค้นพบและวิธีดำเนินงานของตนเองกับผู้อื่น วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ คือ การเรียนแบบเพื่อนสอนเพื่อน การเรียนแบบร่วมมือ การนำเสนอผลงาน การรายงานข้อค้นพบและวิธีดำเนินงาน การอภิปรายกลุ่ม การใช้สื่อต่าง ๆ การสะท้อนความคิดเห็นหรือให้ข้อมูลย้อนกลับ การถามตอบ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนตรวจสอบความรู้แล้วสร้างความรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง โดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ คือ การถามคำถาม การอภิปราย การใช้สื่อต่าง ๆ เป็นต้น

2.5 การวิเคราะห์แนวทางการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

แนวทางในการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ได้มาจากการวิเคราะห์ขั้นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แนวทางในการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ได้มาจากการวิเคราะห์ชั้นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

แนวทางในการจัดการเรียนรู้	แนวทางในการวัดและประเมินผล
<p>ขั้นความขัดแย้งทางความคิด เป็นการจัดกิจกรรมที่เป็นการจัดกิจกรรม → เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ตั้งประสบการณ์เดิมของนักเรียนออกมาและสร้างประสบการณ์ใหม่ที่ขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมเพื่อทำให้เกิดความไม่ตรงกันทางความคิด วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำมาใช้ในชั้นตอนนี้ คือ การถามคำถาม การอภิปราย การใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบ เป็นต้น</p>	<p>เป็นการวัดและประเมินความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ตัวอย่างเทคนิคและวิธีการประเมินที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ คือ การถามคำถามปลายเปิด เป็นต้น</p>
<p>ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อลดความไม่ตรงกันทางความคิดที่เกิดขึ้น วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำมาใช้ในชั้นตอนนี้ คือ การตั้งคำถาม การอภิปราย การใช้สื่อต่าง ๆ เป็นต้น</p>	<p>เป็นการวัดและประเมินเกี่ยวกับการวางแผน การดำเนินงานและปรับปรุงการทำงานของนักเรียน ตัวอย่างเทคนิคและวิธีการประเมินที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ คือ การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การร่วมอภิปราย การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ การสะท้อนความคิดเห็นและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เป็นต้น</p>
<p>ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สรุปข้อค้นพบและวิธีดำเนินงานของตนเองกับผู้อื่น วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำมาใช้ในชั้นตอนนี้ คือ การเรียนแบบเพื่อนสอนเพื่อน การเรียนแบบร่วมมือ การนำเสนอผลงาน การรายงานข้อค้นพบและวิธีดำเนินงาน การอภิปรายกลุ่ม การใช้สื่อต่าง ๆ การสะท้อนความคิดเห็นหรือให้ข้อมูลย้อนกลับ การถามตอบ เป็นต้น</p>	<p>เป็นการวัดและประเมินเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้และองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น ตัวอย่างเทคนิคและวิธีการประเมินที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ คือ การอภิปราย การถามคำถาม การสะท้อนความคิดเห็นและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เป็นต้น</p>
<p>ขั้นตรวจสอบความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนตรวจสอบความรู้แล้วสร้างความรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง โดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ วิธีสอนและเทคนิคการสอนที่ครูสามารถนำมาใช้ในชั้นตอนนี้ คือ การถามคำถาม การอภิปราย การใช้สื่อต่าง ๆ เป็นต้น</p>	<p>เป็นการวัดและประเมินการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ของนักเรียน ตัวอย่างเทคนิคและวิธีการประเมินที่ครูสามารถนำมาใช้ได้ คือ การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือสถานการณ์แก้ปัญหาบางอย่าง เป็นต้น</p>

จากการวิเคราะห์แนวทางในการวัดและประเมินผล ผู้วิจัยกำหนดการวัดและประเมินผล 2 ลักษณะ คือ

1) การวัดและประเมินผลระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ ใช้การสังเกต การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด การทำกิจกรรม การอภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้ของนักเรียน

2) การวัดและประเมินผลหลังดำเนินการจัดการเรียนรู้ ใช้การทำแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากข้อมูลและข้อสรุปที่ได้จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และนำมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดส่วนต่าง ๆ ขององค์ประกอบตามรูปแบบที่ออกแบบไว้ดังนี้

3.1 หลักการ

3.2 วัตถุประสงค์

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

3.4 การวัดและประเมินผล

ผู้วิจัยร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยนำองค์ประกอบของรูปแบบที่กำหนดไว้ข้างต้น มาจัดเรียงลำดับขององค์ประกอบและเขียนรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบให้สมบูรณ์ชัดเจน (ดังแสดงในภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

4. การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

การพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีการตรวจสอบรูปแบบเบื้องต้น โดยผู้เชี่ยวชาญที่ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษา และผู้มีความชำนาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) เป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ และประเมินความสอดคล้องของรูปแบบ ก่อนนำไปทดลองใช้

4.1 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยนำข้อมูลจากการตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาให้น้ำหนักเป็นคะแนน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103) ดังนี้

ระดับคะแนน	ความคิดเห็น
4	เหมาะสมดีมาก
3	เหมาะสมดี
2	เหมาะสมปานกลาง
1	ควรปรับปรุงแก้ไข

การประเมินความเหมาะสม นำผลการประเมินส่วนที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า นำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 และส่วนที่เป็นข้อเสนอนั้น ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เนื้อหา

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมาย โดยมีค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
3.50-4.00	เหมาะสมดีมาก
2.50-3.49	เหมาะสมดี
1.50-2.49	เหมาะสมปานกลาง
1.00-1.49	ควรปรับปรุงแก้ไข

4.2 แบบประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยนำผลตอบของผู้เชี่ยวชาญมาให้น้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

ความสอดคล้อง	ระดับคะแนน
เห็นด้วย	+1
เห็นด้วย/ ปรับปรุง	0
ไม่เห็นด้วย	-1

จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64) ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ คือ มีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 สำหรับข้อที่ได้ค่าต่ำกว่า 0.5 จะพิจารณาปรับปรุงเป็นรายข้อ

ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 3.68 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้สนใจกับเวลาที่การจัดกิจกรรมให้มากกว่าสามารถทำตามที่เขียนไว้ครบหรือไม่ อย่างไร เนื่องจากกิจกรรมที่จัดไว้ค่อนข้างมาก หากเวลาในการจัดกิจกรรมไม่พอควรมีการปรับกิจกรรมให้เหมาะสม และในส่วนของการสอนเรื่องแก้ปัญหาควรให้เวลานักเรียนค้นหาสิ่งที่โจทย์ถามก่อนเพื่อให้นักเรียนได้เห็นแนวทางจะไปสู่คำตอบได้ง่ายขึ้นแล้วค่อยดำเนินการในขั้นต่อ ๆ ไป จากนั้นนำผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้

การจัดทำเอกสารต่าง ๆ เพื่อนำมาอธิบายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้สอนหรือผู้ที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เข้าใจความเป็นมาของรูปแบบ องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบ ตลอดจนรายละเอียดในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดการสร้างดังนี้

1.1 สร้างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดำเนินไปได้ตรงตามขั้นตอนและบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และเพื่อให้ผู้สอนที่ต้องการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ มีความเข้าใจความเป็นมา วัตถุประสงค์และองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งวัดและประเมินผลตามรูปแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยสาระดังนี้

- 1.1.1 ทฤษฎี และแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 1.1.2 หลักการ
 - 1.1.3 วัตถุประสงค์
 - 1.1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
 - 1.1.5 การวัดและประเมินผล
 - 1.1.6 แนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้
 - 1.1.7 เงื่อนไขในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้
- 1.2 แผนการจัดการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในด้านการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการดำเนินการ ดังนี้

1.2.1 ผู้วิจัยได้กำหนดสาระการเรียนรู้เรียงลำดับตามความยากง่ายของเนื้อหา โดยใช้กรอบเนื้อหาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระที่จะดำเนินการสอน ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้ และการวัด ประเมินผล ซึ่งมีแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผน รวมทั้งสิ้น 12 คาบ คาบละ 50 นาที ในแผนการจัดการเรียนรู้นี้ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบ

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	แบบรูปและความสัมพันธ์	1
2	ประยุกต์ใช้แบบรูปและความสัมพันธ์	1
3	ความหมายของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1
4	คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1
5	สมบัติการเท่ากัน	1
6	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	2
7	ประยุกต์การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	2
8	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	2
9	การประยุกต์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1
รวม		12

2. การตรวจสอบคุณภาพของเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในการตรวจสอบคุณภาพของเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

- 2.1 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาในองค์ประกอบเอกสารของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทุกองค์ประกอบ
- 2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมิน และกำหนดรูปแบบของแบบประเมิน
- 2.3 พัฒนาแบบประเมินเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นแบบคำถามให้เลือกตอบตามประเด็นความสอดคล้องสัมพันธ์กันขององค์ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้
 - 4 หมายถึง เหมาะสมดีมาก
 - 3 หมายถึง เหมาะสมดี
 - 2 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
 - 1 หมายถึง ควรปรับปรุงแก้ไข

และส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้ประเมินแสดงข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในหัวข้อเสนอแนะ ปลายเปิดแต่ละหัวข้อที่ทำการประเมินในประเด็นต่าง ๆ

2.4 นำแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นทั้ง 2 ฉบับ ได้แก่ แบบประเมินคู่มือการใช้รูปแบบ และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความครอบคลุมของ ประเด็นในการประเมินและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ซึ่งควรมีการปรับปรุงการวิเคราะห์ รายละเอียดต่าง ๆ ผลการสังเคราะห์ที่ต้องสะท้อนให้เห็นถึงแนวคิดหลักของทฤษฎีที่ใช้และ ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.6 นำเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่คู่มือการใช้รูปแบบและ แผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้าน คณิตศาสตร์ศึกษา และผู้มีความชำนาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ประเมิน ความเหมาะสม

2.7 นำแบบประเมินที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์โดยส่วนที่เป็นแบบ ประมาณค่านำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

3.50-4.00 หมายความว่า เหมาะสมดีมาก

2.50-3.49 หมายความว่า เหมาะสมดี

1.50-2.49 หมายความว่า เหมาะสมปานกลาง

1.00-1.49 หมายความว่า ควรปรับปรุงแก้ไข

2.8 สรุปผลการประเมินคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัด การเรียนรู้

2.8.1 สรุปผลการประเมินคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวม ของผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นว่ามีเหมาะสมดีมาก ($\bar{X} = 3.63, SD = 0.63$)

2.8.2 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้อง โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.78 ในส่วนปลายเปิด ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า ควรปรับแก้จุดประสงค์การเรียนรู้ใน แต่ละแผนให้มีความชัดเจน ปรับแก้การใช้ภาษาของแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

2.9 ปรับปรุงแก้ไขคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือในการเก็บรวบรวม ข้อมูล ได้แก่ แบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.1 สร้างแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.1.2 กำหนดประเด็นในการวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่องค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน คือ การใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การใช้หลักความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.1.3 สร้างแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.1.4 นำแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความถูกต้องของภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

3.1.5 นำแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาและผู้มีความชำนาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้อง (IOC) ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64)

ความสอดคล้อง	ระดับคะแนน
เห็นด้วย	+1
เห็นด้วย/ ปรับปรุง	0
ไม่เห็นด้วย	-1

ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.82 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ควรใช้คำถามที่กระชับชัดเจน คำถามต้องยึดหลักความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

3.1.6 ปรับปรุงและนำแบบวัดที่ได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน (ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง) โดยตรวจคะแนนข้อที่ทำถูกต้อง 1 คะแนน ข้อที่ทำผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน วิเคราะห์หาค่าดัชนีความยาก (p) โดยเลือก

ข้อคำถามที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.79 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.78 พบว่า มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์ จึงได้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ

3.1.7 นำแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน แล้ววิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสันได้ค่าความเที่ยง 0.80

3.1.8 นำแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดทำเป็นแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2 สร้างแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.2.2 กำหนดประเด็นในการวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ความสามารถในการอธิบาย การเขียน การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

3.2.3 สร้างแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบที่มีการตอบ 2 ขั้นตอน นักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องและเลือกเหตุผลในการเลือกคำตอบนั้น ข้อสอบแต่ละข้อมีตัวเลือกคำตอบ 3 ตัวเลือก และตัวเลือกเหตุผล 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ

3.2.4 สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เกณฑ์การให้คะแนน คือ นักเรียนจะได้ 1 คะแนน เมื่อเลือกได้ถูกต้องทั้งคำตอบและเหตุผล หรือเลือกคำตอบได้ถูกต้องและแสดงเหตุผลอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวเลือกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล และนักเรียนได้ 0 คะแนน เมื่อตอบคำตอบและเหตุผลผิด หรือตอบอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

3.2.5 นำแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถาม ตลอดจนความเหมาะสมของการใช้ภาษาในการเขียนข้อคำถามของแบบวัด จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.2.6 นำแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้ตรวจสอบรายละเอียดของแบบวัด โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นเกณฑ์ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญได้แก่ ควรใช้คำถามที่กระชับ ชัดเจน และคำถามต้องยึดหลักความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

3.2.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน (ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง) เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.2.8 นำแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการทดลองใช้ครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์ค่าความยากและค่าดัชนีอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.2-0.8 และค่าดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากระหว่าง 0.23 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 ถึง 0.68 พบว่า มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์ ได้ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ

3.2.9 นำแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน แล้ววิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient- α) ได้ค่าความเที่ยง 0.75

3.2.10 นำแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดทำเป็นแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 3 การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปใช้ในสถานการณ์จริง เพื่อประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยมีขั้นตอนในการเลือกโรงเรียนดังนี้

1.1 เกณฑ์พิจารณาในการเลือกโรงเรียน

1.1.1 เป็นโรงเรียนสาธิตในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จังหวัดกรุงเทพมหานคร

1.1.2 เป็นโรงเรียนที่มีการจัดนักเรียนแต่ละห้องคละระดับความสามารถ

1.2 เลือกโรงเรียนที่ใช้ในการวิจัยโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ได้โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

1.3 เลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวน 264 คน ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน ด้วยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster random sampling) ได้นักเรียนชั้น ม.1/ 7 จำนวน 38 คน

2. การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

ในการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินนั้น ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง ประเภทกลุ่มเดี่ยววัดผล 2 ครั้ง (One-group pretest-posttest design) โดยมีตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีแบบแผนดังนี้

$O_1 \quad X \quad O_2$

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

O_1 แทน การทดสอบนักเรียนด้วยแบบวัดความรู้ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

O₂ แทน การทดสอบนักเรียนด้วยแบบวัดความรู้ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

X แทน การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

2.2 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ดังนี้

2.2.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2.2 ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นตามรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ ๙ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง ระยะเวลา 5 สัปดาห์

2.2.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบวัดชุดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูพัฒนาการทางด้านการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน

3. การประเมินสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ในการประเมินสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อ

3.1 เปรียบเทียบการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ *t-test for dependent*

3.2 เปรียบเทียบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จากแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ *t-test for dependent*

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้นผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ คือ

1. หลักการ
2. วัตถุประสงค์
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
4. การวัดและประเมินผล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หลักการ

1. ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์บนความสามารถหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน
2. ปัญหาหรือข้อขัดแย้งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์โดยการกระตุ้นการซึมซับประสบการณ์และปรับโครงสร้างทางปัญญา
4. ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ชั้นการจัดการเรียนรู้

ประกอบด้วยชั้นการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นความขัดแย้งทางความคิด เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ดึงประสบการณ์เดิมของนักเรียนออกมาและสร้างประสบการณ์ใหม่ที่ขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมเพื่อทำให้เกิดความไม่ตรงกันทางความคิด ครูต้องกระตุ้นและชักจูงให้นักเรียน ดึงประสบการณ์เดิมของนักเรียนออกมาและ/หรือ นำเสนอประสบการณ์ใหม่เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อลดความไม่ตรงกันทางความคิดที่เกิดขึ้น นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำการวางแผนสร้างทางเลือกของกลุ่มแล้วลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้และขั้นตอนการเรียนรู้ของกลุ่ม ระหว่างที่นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานและสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สรุปข้อค้นพบและวิธีดำเนินงานของตนเองกับผู้อื่น แล้วสร้างความรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งเป็นการประเมินการใช้มโนทัศน์ของนักเรียนด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนตรวจสอบความรู้โดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่

การวัดและประเมินผล

การวัดและการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นการวัดและประเมินผลสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนมีการดำเนินการต่อเนื่องตลอดการจัดการเรียนรู้คือประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

การประเมินก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อดูการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การประเมินหลังการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีจุดมุ่งหมาย เพื่อดูสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียนไปมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้าง ความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิจัยการใช้มโนทัศน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใน 3 ด้านคือ 1) การใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการ ทางคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอผลการวิจัย จะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมก่อนโดยเปรียบเทียบ การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นจะแสดงการเปรียบเทียบการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นรายด้าน

ผลการวิจัยในภาพรวมด้านการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมในส่วน ของการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการทำแบบวัดก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

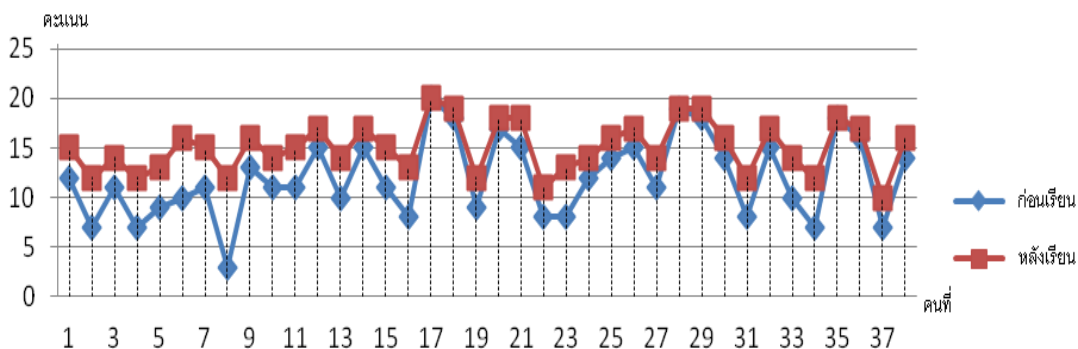
ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในภาพรวม (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
ก่อนเรียน	38	12.030	4.030	-10.233	0.000*
หลังเรียน	38	15.050	2.536		

* $p < .05$

ทั้งนี้คะแนนดิบรายบุคคลก่อนเรียนและหลังเรียนแสดงด้วยแผนภาพการกระจาย

(Scatter chart)



ภาพที่ 7 การกระจายของคะแนนดิบการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์รายบุคคลก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

จากผลการวิเคราะห์การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์รายบุคคลก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น อาจสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นเมื่อสิ้นสุดแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าในการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาใน 3 ด้าน คือ 1) การใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผลของการประเมินการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในแต่ละด้านจากการทำแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นรายด้านของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็มเป็นรายด้าน

การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ		ผลต่างของค่าเฉลี่ย ร้อยละ
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
การใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์	43.87	67.97	24.10
การใช้หลักความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์	80.45	88.71	8.26
ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	56.39	76.68	20.29

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มากที่สุด โดยมีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 24.10 รองลงมาคือด้านความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ เท่ากับ 20.29 ส่วนด้านการใช้หลักความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ มีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 8.26 ซึ่งน้อยกว่าสองด้านที่กล่าวมา เป็นที่น่าสังเกตว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสูงกว่าร้อยละ 70 ยกเว้นในด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองคิดเป็นร้อยละ 67.97

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการวิเคราะห์การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาใน 2 ด้านคือ 1) ความสามารถในการอธิบาย การเขียนการวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และ 2) ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ในการนำเสนอผลการวิจัย จะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมก่อน โดยเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นจะแสดงการเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน

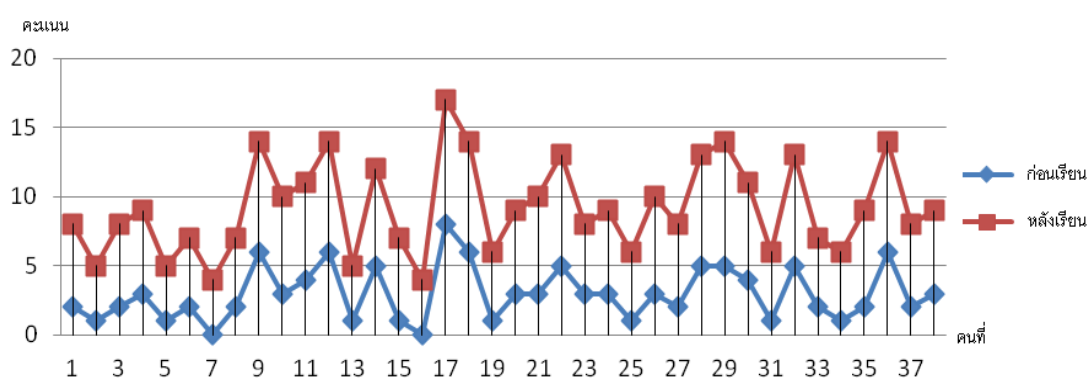
ผลการวิจัยในภาพรวมด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมในส่วนของ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการทำแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
ก่อนเรียน	38	2.970	1.952	-20.809	0.000*
หลังเรียน	38	6.340	1.341		

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้คะแนนดิบรายบุคคลก่อนเรียนและหลังเรียนแสดงด้วยแผนภาพการกระจาย (Scatter chart)



ภาพที่ 8 การกระจายของคะแนนดิบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รายบุคคลก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

จากผลการวิเคราะห์การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รายบุคคลก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น อาจสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นเมื่อสิ้นสุดแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับงานวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาใน 2 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการอธิบาย การเขียน การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และ 2) ความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ผลของการประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้านจากการทำแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้านของ กลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นคิดเป็นร้อยละ ของคะแนนเต็มเป็นรายด้าน

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ		ผลต่างของค่าเฉลี่ย ร้อยละ
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
ความสามารถในการอธิบาย การเขียน การวิเคราะห์ และแสดง ข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล	37.21	46.24	9.03
ความสามารถในการพิจารณา ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล	15.79	39.47	23.68

จากตารางที่ 8 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมากที่สุด โดยมีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 23.68 ส่วนความสามารถในการอธิบาย การเขียน การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล มีผลต่างของค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 9.03 ซึ่งน้อยกว่าด้านแรก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาซึ่งได้โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น 2) แบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3) แบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และระยะที่ 3 การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยตามการดำเนินการวิจัยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้วสรุปได้ดังนี้

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมดีมาก ($\bar{X} = 3.68$ และค่า $IOC = 0.82$)

2. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยมีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และ 4) การวัดและประเมินผล ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับเหมาะสมดีมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า

1.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐานในการกำหนดรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบดังกล่าว โดยผู้วิจัยได้ศึกษาประเด็นต่าง ๆ คือ 1) ทฤษฎีการสร้างความรู้ โดยศึกษาจากฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ และการนำแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นทฤษฎีพื้นฐานในการกำหนดแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดเป็นแนวทางและเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 3) สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ โดยได้ศึกษาประเด็นเกี่ยวกับ ความหมาย และองค์ประกอบของสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแนวทางการพัฒนาการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยเน้นที่ความสำคัญของการประเมินและข้อปรับปรุงแก้ไขตามผลการประเมินนั้นในทุกขั้นตอนและทุกระยะของการดำเนินการ เพื่อรวบรวมข้อมูลในการประเมินและปรับปรุงการดำเนินการที่ละเอียด ทัวถึง และครอบคลุม ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ครั้งนี้

1.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างมีระบบ เป็นขั้นตอน โดยเริ่มต้นจากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผลการศึกษาเหล่านี้ถูกนำมาวิเคราะห์และกำหนดเป็นองค์ประกอบและรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล จากนั้นนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับร่างและทำเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นำไปตรวจสอบคุณภาพโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 คน

ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการใช้รูปแบบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ผลรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ได้จริงคือ รูปแบบมีความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 3.68 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ได้ปรับพิจารณาความเหมาะสมด้านการกำหนดเวลาในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แล้วนำผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้อีกครั้ง จากนั้นจึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่งแนวทางดังกล่าวนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce et al. (2004) ที่ได้กล่าวไว้ว่าเมื่อพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้แล้ว ก่อนไปใช้อย่างแพร่หลาย ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพในเชิงสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข

2. การใช้มีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยของการใช้มีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะว่า

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง มีการวางแผน ดำเนินงานและปรับเปลี่ยนวิธีการ ด้วยการทำให้ตัวเองเรียนรู้อย่างมีความหมาย เข้าใจเนื้อหาที่เรียนอย่างลึกซึ้ง (Deep understanding) จนสร้างความหมายของสิ่งนั้นด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในบริบทอื่นได้ (Curry & Kadasah, 2003; Ennis, 1985; Murphy, 1997; Wilson, 1996) และในงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2544, หน้า 110) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้มีความเข้าใจในมโนคติ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Priscilla (2010) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจ และการใช้มีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้งสี่ขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้มากขึ้นกว่าเดิม

เนื่องจากนักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการค้นหาและแก้ปัญหาด้วยตนเองจนกระทั่งได้ข้อสรุป นักเรียนมีโอกาสได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ได้

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอคำตอบ และมีการวิพากษ์วิจารณ์กันในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนเห็นมุมมองที่แตกต่างและหลากหลายจากเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น นักเรียนมีโอกาสเปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับเพื่อน ๆ นอกจากนี้การซักถามและตอบคำถามของเพื่อนนักเรียนด้วยกันเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้โดยไม่รู้สึกลังเลหรือกลัวผิดเหมือนกับการตอบคำถามของครู การซักถามสามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์มากขึ้น ดังที่ Lappan and Schram (1989, pp. 18-19) ได้กล่าวว่า การมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Muthukrishna (1993, p. 3835-A) ที่พบว่า การเรียนคณิตศาสตร์ในบรรยากาศของการสอนให้เกิดการค้นพบ การซักถามและวิพากษ์วิจารณ์กันในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในมิติที่ลึกซึ้งมากกว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยการอธิบายของครู

2.3 การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรม จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปรายและแสดงแนวคิดซึ่งกันและกันทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังที่ Carpenter and Lehrer (1999, pp. 20-23) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเขียนหรือการอภิปรายเพื่อสะท้อนสิ่งที่นักเรียนช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังตรงกับแนวคิดของ Adam and Hamm (1990, p. 33) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มจะทำให้ให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากกว่าการแก้ปัญหาลำพังคนเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Slavin (1980, p. 315) พบว่า การเรียนแบบร่วมมือทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ จากการที่นักเรียนมีพัฒนาการด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ร้อยละ 67.97 ซึ่งน้อยกว่าด้านการใช้ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และด้านความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์น่าจะสะท้อนให้เห็นว่า ในการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นครูควรเพิ่มเติมกิจกรรมหรือให้เวลานักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

3. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้อัตนศึกษาตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะว่า

3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อัตนศึกษาตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้อัตนศึกษาที่พัฒนาขึ้น เป็นการจัดการเรียนรู้อัตนศึกษาที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจภายในตัวนักเรียนเอง การที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจะส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการให้เหตุผลมากขึ้น ดังที่ Steele (1996, p. 4309-A) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้อัตนศึกษาโดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนทำให้นักเรียนมีศักยภาพทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นและคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จรรยา ภูอุดม (2544, หน้า 110) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้มีทักษะการคิดเชิงเหตุผลดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อัตนศึกษาตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้อัตนศึกษาที่พัฒนาขึ้น กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและได้อธิบายหรือแสดงเหตุผลประกอบแนวคิดเพื่อตอบคำถามครูและเพื่อนนักเรียนด้วยกันได้ มีการอภิปรายกันในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนเห็นมุมมองที่แตกต่างและหลากหลายจากเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น อันจะเป็นการปลูกฝังการให้เหตุผลของนักเรียนโดยไม่รู้ตัว สอดคล้องกับความเชื่อของทฤษฎีการเรียนรู้ของไวทกอสกีที่ว่าภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดพัฒนาการของการคิดเชิงเหตุผล และจากบทบาทของครูที่เป็นผู้ชี้แนะความสนใจของนักเรียนด้วยการสนทนา ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปราย และจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการแสดงเหตุผล ก็เป็นแนวทางหนึ่ง ที่ช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการพัฒนาการให้เหตุผล

3.2 การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรม จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด พิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบด้วยเหตุผล ทำให้นักเรียนได้ฝึกการใช้เหตุผล เห็นข้อจำกัดและข้อบกพร่องต่าง ๆ จากการสรุปที่ไม่รอบคอบ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความระมัดระวังในการสรุปมากขึ้น และช่วยทำให้นักเรียนมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น ดังที่ Steen (2001, p. 4) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมกลุ่มเล็กจะช่วยฝึกให้นักเรียนเรียนรู้อัตนศึกษาในการถามคำถาม ร่วมกันคิด ทำให้เกิดความชัดเจนในการอธิบายเพื่อเป็นการพัฒนาการให้เหตุผล นอกจากนี้การให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายและเปรียบเทียบคำตอบที่ต่างกันของปัญหา และได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเหล่านั้นเป็นแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 15) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของสมเดช

บุญประจักษ์ (2540, บทคัดย่อ) ที่พบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจะช่วยให้นักเรียนมีศักยภาพทางด้านกาทำให้เหตุผลสูงขึ้น

นอกจากนี้ จากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการอธิบาย การเขียนและการวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผลไม่มาก อาจแสดงให้เห็นว่าครุควรใช้เวลามากขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาส การออกแบบการแสดงผลการเขียนมากยิ่งขึ้น

อนึ่งนอกจากผลการวิจัยที่ปรากฏดังได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยยังได้พบข้อสังเกตที่เห็นได้ชัดเจนหลังจบการวิจัย คือ

1. หลังสิ้นสุดการวิจัยนักเรียนกล้าพูด กล้าแสดงออกมากขึ้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Thomas (1994, p. 2500-A) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวการสร้างความรู้ มีผลทางบวกต่อนักเรียน นักเรียนมีการพูดคุย และสนทนามากขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนปกตินักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสได้พูดคุย ปรีक्षाหาหรือกันในขณะที่เรียน บรรยากาศการเรียนส่วนใหญ่จะเป็นผู้ที่คอยฟังคำอธิบาย จดบันทึกซักถามและตอบคำถามบ้างบางครั้ง ครูไม่อนุญาตให้นักเรียนพูดคุยกันเองในชั้นเรียน เนื่องจากเกรงว่าการพูดคุยกันของนักเรียนในชั้นเรียนจะทำให้เกิดเสียงดังและฟังครูอธิบายไม่เข้าใจ นักเรียนจึงไม่ได้รับการฝึกให้เป็นผู้ที่กล้าแสดงออก เป็นผู้ฟังและผู้พูดที่ดี ขณะที่กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือแสดงความคิดเห็น ด้วยเหตุผล ฝึกการอธิบายและรับฟังผู้อื่นอยู่ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออกมากขึ้น และเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองมากยิ่งขึ้น

2. สิ่งที่เห็นชัดเจนอีกอย่างคือ ก่อนการวิจัย มีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่เขียนเหตุผลของการเลือกตัวเลือกในแต่ละข้อของแบบวัดกาทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และมีนักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงการอธิบายด้วยการใช้เหตุผลในการเลือกตัวเลือกแต่ละตัวว่า “เพราะคิดว่าถูก” หรือให้เหตุผลว่า “เดา” สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจวิเคราะห์ได้ว่า เกิดจากการที่นักเรียนไม่เคยชินกับการทำแบบวัดแบบนี้มาก่อน นักเรียนไม่ได้ฝึกการเขียนอธิบายสิ่งที่ตนคิด ทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายความคิดของตนได้ แต่จากข้อมูลหลังการวิจัยพบว่า จำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลว่า “เดา” หรือตอบว่า “เพราะคิดว่าถูก” มีจำนวนลดลงมากอย่างเห็นได้ชัด แสดงให้เห็นว่าหลังสิ้นสุดการวิจัยนักเรียนที่เข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความสามารถในการใช้ความคิด และให้เหตุผลของตนเองเพิ่มขึ้น

จากข้อสังเกตที่กล่าวมาอาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น นอกจากให้นักเรียนมีความรู้เชิงเนื้อหาแล้วยังสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาด้านการใช้มโนทัศน์ และการให้เหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานของสมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics) ที่ได้กำหนดให้เป็นเป้าหมายทั่วไปของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนกระทั่งถึงเกรด 12 (NCTM, 1991, p. 6)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปใช้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา หรือต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบเหมาะสมกับ วุฒิภาวะ และระดับสติปัญญาของนักเรียนซึ่งจะส่งผลดีและมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อนักเรียน
2. ผลจากการวิเคราะห์แบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถเขียนข้อความเพื่อสื่อความหมายสิ่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง เป็นขั้นตอน ไม่สามารถจัดลำดับการเขียนได้เมื่อไม่มีตัวอย่างให้ดู และเมื่อนักเรียนต้องเขียน อธิบายเหตุผลในคำตอบของตนเองในแบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความรู้สึก ไม่อยากทำเนื่องจากนักเรียนไม่รู้จะเขียนอย่างไร นักเรียนเคยชินกับการทำแบบทดสอบแบบปรนัย ดังนั้นการฝึกการเขียนของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเขียนมากขึ้น ครูผู้สอนจึงควรมีการใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยในการวัดและประเมินผลนักเรียนรวมอยู่ด้วย โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนต้องฝึกการถ่ายทอดสิ่งที่เรียนรู้ออกมาได้อย่างเป็นขั้นตอน นอกจากนี้ข้อเขียนของนักเรียนยังสามารถช่วยให้ครูผู้สอนเห็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของ นักเรียนได้ง่ายอีกด้วย
3. ควรมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้วิธีการของตนเอง ในการหาคำตอบของปัญหาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้ใช้วิธีการของตนเองเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้ นักเรียนได้ใช้วิธีการที่หลากหลาย ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ต่อไป ในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการทำวิจัยเชิงสาเหตุของความสามารถในการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น พื้นฐานการศึกษา พื้นฐานครอบครัว ประสบการณ์ชีวิต สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ศักยภาพการเรียนรู้ เป็นต้น
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อาจสามารถนำไปดัดแปลง หรือประยุกต์ใช้ในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในด้านอื่น ๆ ที่แตกต่างจากงานวิจัยในครั้งนี้
3. ควรมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบซ้ำ โดยการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์นี้ ไปปรับใช้กับการจัดการเรียนรู้ในสาระอื่น ๆ เพื่อยืนยันผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และทำให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้า
และพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กรมวิชาการ. (2551 ก). *คู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. นครปฐม: นครปฐมการพิมพ์.
- กรมวิชาการ. (2551 ข). *ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ:
ครูสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *แผนพัฒนาการศึกษาของสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ
ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555-2559*.
กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์.
- เกรียงศักดิ์ ราพวรรณ. (2552). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในเขตพื้นที่
การศึกษาราชบุรี เขต 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์,
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- โครงการ PISA สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *ผลการประเมิน
PISA 2009*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้สร้าง
ความรู้*. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา,
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- จันทร์จิรา จันทร์ปาน. (2553). *การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อส่งเสริมความคิด
สร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการฝึกคิดนอกกรอบแบบเลี้ยงแนวคิดเดิมและสร้างแนวคิดใหม่*.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี,
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2549). นวัตกรรมการศึกษาไทย: รูปแบบการเรียนการสอน. ใน *นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารุณี ชามาตย์. (2552). *การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิณัฐตา เจียรพันธ์. (2548). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ด้วยหมากรุกไทยที่มีต่อทักษะการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- จิราภรณ์ พิมใจใส. (2553). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาล*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิรนนท์ วัชรกุล. (2546). การฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นประถมศึกษา. *ศูนย์วิทยบริการวิชาการ*, 11(3), 8-11.
- จตุพร อัครไสวรรณ. (2555). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยการจัดประสบการณ์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เจนสมุทรร แสงพันธ์. (2550). *การศึกษาการให้เหตุผลทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาปลายเปิด: เน้นการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อย*. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2545). *การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวินิยาสาสน์.
- ชวาล แพรัตกุล. (2526, พฤษภาคม-สิงหาคม). การวัดความถนัดทางการเรียน. *วารสารวัดผลการศึกษา*, 1, 4-12.
- ชัยพร พงษ์พิสันต์รัตน์. (2544). *การเปรียบเทียบผลของวิธีระดมสมองและวิธีเนคติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบวรนิเวศ กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการแนะแนว, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- ชานนท์ จันทรา. (2550, กรกฎาคม). การพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการ Lesson study. *นิตยสารคณิตศาสตร์ My Maths*, 3(6), 43-47.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์: ทักษะแบบองค์รวม. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ ดิสคัฟเวอรี.
- ณัฐกานต์ รักนาค. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาการให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดุจเดือน พันธมนาวิน และอัมพร ม้าคอง. (2545). การมีกรอบมโนทัศน์ลักษณะและทักษะแบบบูรณาการที่มีต่อพฤติกรรมพัฒนานักเรียนของครูคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2548). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: ด้านสุขภาพการพิมพ์.
- ทิตนา แคมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญา เรืองแก้ว. (2537). การเปรียบเทียบความคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกการคิดนอกกรอบผสมผสานด้วยการคิดวิจารณ์ญาณกับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นภเนตร ธรรมบวร. (2544). การพัฒนากระบวนการคิดในเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นริรัตน์ สร้อยศรี. (2554). แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีสร้างความรู้ความ (Constructivism). เข้าถึงได้จาก <http://becreativetv.com/blog/2011/11>
- น้อมศรี เคท. (2547, มีนาคม-มิถุนายน). คุณภาพหลากหลายที่ได้จากการเรียนรู้คณิตศาสตร์. *วารสารครุศาสตร์*, 3, 18-28.

- นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism. *วารสาร สสวท.*, 96(3), 11-15.
- นาตยา ปิณฑานนท์. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด*. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยาระบบการพิมพ์.
- นิตยา ธรรมมิกะกุล. (2550). พัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกันของโรงเรียนในกลุ่มศรีนครินทร์ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เนตรดาว นุ่มเกลี้ยง. (2554). *การศึกษาแนวคิดและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของพืชที่เรียนรู้ จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). *การพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: เดอะโนว์เลจเซ็นเตอร์.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2550). วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5Es. *วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 4(2), 4.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประยुทธ สุวรรณศรี. (2540). ผลการใช้แบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาช่วงอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประยูร อาษานาม. (2537). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา: หลักการและแนวปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: ประกายพริก.
- ประวีณา นิลนวล. (2541). ผลของการใช้รูปแบบการสอนตามกรอบแนวคิดผู้เรียนสร้างความรู้เองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ประสิทธิ์ ศรีเดช. (2553). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. คุษุณินิพนธ์การศึกษาคุษุณินิพนธ์ิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณชิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปานทอง ฤลนาศีริ. (2546, พฤษภาคม-กรกฎาคม). คำถำมที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 46, 11-18.
- ปราณี พรภวิษย์. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการสร้างมโนทัศน์ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และควำมคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณชิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณชิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราโมทย์ บุญญศิริ. (2546). การประเมินการปฏิบัติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์คุษุณินิพนธ์ิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณชิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยวดี วงษ์ใหญ่. (2548). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: เอส พี เอ็น การพิมพ์.
- ปรีชา เดชศรี และเกตุวดี กัมพลาศีริ. (2552). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นานาชาติ. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ปรีชากร ภำชนะ. (2553). การพัฒนาทักษะการคิดและสร้างความมั่นใจในตนเองในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วารสารวิชาการ, 13(1), 75-79.
- เผชญิ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภำพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/ E2). วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 8(1), 49-81.
- พรรณี ช. เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนรู้การสอน. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์การพิมพ์.
- พวงผกา โกมุติกำนนท์. (2544). การเปรียบเทียบผลของการระดมพลังสมองและเทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบที่มีต่อควำมคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณชิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, บัณชิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พัชรี วรจรัสรังสี. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และควำมคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณชิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณชิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้น.
- พิศิษฐ ตัณฑวณิช. (2543). *สถิติเพื่องานวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). *ความเข้าใจเกี่ยวกับสอนสืบเสาะ (Inquiry approach)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. เชียงใหม่: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มงคล ประเสริฐสังข์. (2551). *การศึกษาโครงสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พาราโบลาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5Es*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มนต์ชัย พงศกรนถวงษ์. (2552). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: รุ่งศิลป์การพิมพ์.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2537). *ชุดวิชาการสอนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ยลนภา พลชัย. (2548). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดอุดรธานี*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัญจวน คำวชิรพิทักษ์. (2538). *จิตวิทยาการสื่อสารในชั้นเรียน*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ฤทธิไกร ตุลาวรรณะ และปรียานันท์ สุขปลื้ม. (2546). *การศึกษาผลการใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา กรณีศึกษาคณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ลัดดา ภูเกียรติ และสุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม. (2547). *นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา 2*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณจรรย์ มั่งสิงห์. (2541). *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ เรื่อง ปรัชญาการสร้างสรค์ความรู้ (Constructivism) ระหว่างวันที่ 6-8 กรกฎาคม 2541*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *Constructivist*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิชาติ พงษ์ศิริ. (2540). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึ่มด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วนิช สุธาร์ตน์. (2547). *ความคิดและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เวชฤทธิ อังกนะภัทรขจร. (2554). *การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 26(2), 102-103.
- ศรีสุรางค์ ทีนะกุล. (2542). *การคิดและการตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- ศุภกิจ เฉลิมวิสุตมกุล. (2546). *คณิตศาสตร์เบื้องต้น*. พิษณุโลก: ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- สนอง อินละคร. (2537). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกิจกรรมซีเน็คดีดส์และกิจกรรมการระดมสมอง*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2554). *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้*
ขั้นพื้นฐาน (O-NET). เข้าถึงได้จาก <http://www.niet.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ*
การเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์*.
 กรุงเทพฯ: เอส พี เอน การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *36 ปี สถาบันส่งเสริมการสอน*
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554 ก). *การจัดสาระการเรียนรู้*
กลุ่มคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554 ข). *โครงการประเมินผลนักเรียน*
นานาชาติ OECD/PISA. เข้าถึงได้จาก <http://www.ipst.ac.th/pisa/index.html>
- สมชาย รัตนทองคำ. (2545). *การพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*
สำหรับนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
 ดุสิตบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา*
ปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต, สาขาวิชา
 คณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2543). *องค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์*
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2546). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยการศึกษาเบื้องต้น*.
 มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมพร แมลงภู. (2541). *การพัฒนาแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษา
แห่งชาติ. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา,
 บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2544). *ความสำคัญของการเรียนการสอนเรขาคณิต*. เข้าถึงได้จาก
http://www.riprn_math.com

- สมวงษ์ แปลงประสพโชค, เดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภูอุดม. (2551). ผลสำรวจนักเรียนไทย
 อ่อนคณิตศาสตร์และแนวทางแก้ไข. *วารสารคณิตศาสตร์*, 52(5), 20-28.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ*
 (พ.ศ. 2545-พ.ศ. 2559). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2548). การประเมินคุณภาพ
 ภายนอก. *จุลสารประชาคมประกันคุณภาพการศึกษา*, 2, 5-6.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2550). *รายงานการประเมินคุณภาพ*
ภายนอกกรอบแรกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ. 2545-พ.ศ. 2548). กรุงเทพฯ:
 สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2555). *คะแนนสอบทางการศึกษา*
แห่งชาติ. เข้าถึงได้จาก <http://www.onesqa.or.th>
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2549). *แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ*
การคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2*
 (พ.ศ. 2552-พ.ศ. 2561). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). *คู่มือสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหาร ครู*
และนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมรองรับการประเมินตามโครงการวิจัยนานาชาติ
(PISA และ TIMSS). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2554). *แนวทางการประเมินคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา*
เพื่อการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ*
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
 กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุขุมา เอกรัมย์ย์. (2549). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง*
รูปสามเหลี่ยมชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์
 ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สุจินต์ วิศวีรานนท์. (2544). เอกสารการสอนชุดวิชาพฤติกรรมกรรมการสอนมัธยมศึกษา
หน่วยที่ 6-10. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชา เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจน์ย์. (2549). การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้.
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุมาลี กาญจนชาติ. (2543). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมคุณลักษณะ
ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2547). การพัฒนารูปแบบการสร้างความรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ.
ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ไควตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.
กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และเอนกกุล กรีแสง. (2522). หลักเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา
(พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: พิชฌเนศ.
- อรไท อนุถาวร. (2545). ผลของการสอนโดยใช้แนวคิดปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชนประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรพรรณ ลีอนุชัชชัย. (2543). การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการสอนของนิสิตนักศึกษา
แบบการสอนของอาจารย์ต่อการพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา
พยาบาล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,
บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรวรรณ พรหมแก้ว. (2552). การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ
การแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสันป่าตองวิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อลิสรา ชมชื่น. (2550). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนา
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพ
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อัศรยา สังขจันท์. (2543). การสำรวจสถานภาพองค์ความรู้เบื้องต้น จากงานวิจัยเกี่ยวกับ
วิถีชีวิตทางสังคมและวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ในภาคอีสาน พ.ศ. 2511-2545.
ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสาร
ทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). *ประมวลผลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์* (หน้า 94-107). กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2549, มกราคม-กุมภาพันธ์). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. *นิตยสาร สสวท.*, 35(143), 60-68.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารีย์ ศรีเดือน. (2547). *การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์ 1
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.*
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์. (2548). *ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์
ด้านกระบวนการทำให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหา
บัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อุทุมพร เครือคนโท. (2540). *องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดนครราชสีมา.* วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- อุทุมพร จามรมาน. (2541). โมเดล. *วารสารวิชาการ*, 1(2), 22-26.
- Adams, D. M., & Hamm, M.E. (1990). *Cooperative learning: Critical thinking and
collaboration across the curriculum*. Illinois: Charles C. Thomas.
- Alice, F. A., & Shirel, Y. F. (1994). Mathematical Reasoning during small-group problem
solving. In *Developing mathematical reasoning in grade K-12 1999 yearbook*.
Virginia: NCTM.

- Anthony, G. (1996). Active learning in a constructivist Framework. *Educational Studies In Mathematics*, 31(4), 349-369.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bakar, K. A. et al. (2010). Teachers and learners' perspectives on learning mathematics for at-risks students. *Procedia Social and Behavioral Science*, 8(C), 393-402.
- Baldwin, M. D. (1994). Implementation of strategic planning in a public school setting: A case study. *Dissertation Abstracts International*, 55(4), 224-A.
- Barcellos, A. (2005). *Mathematical misconceptions of college-age Algebra students*. California: University of California.
- Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (1993). *Problem solving, reasoning, and communicating, K-12, helping children think mathematically*. New York: Macmillan.
- Bell, F. H. (1981). *Teaching and learning mathematics in secondary school*. Dubuque, Iowa: William C. Brown.
- Biggs, J. B., & Moore, P. J. (1993). *Process of learning* (3rd ed.). Sydney: Prentice Hall.
- Brandt, P., & Weinert, C. (1984). The PRQ-a social support measure. *Nursing Research*, 30(80), 277-280.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. (1993). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Virginia: ASCD.
- Brown, L., Priscilla, A. M. (2010). *Analysis of the effects of a constructivist-based mathematics problem solving instructional program on the achievement of grade five students in Belize*. Retrieved from <http://etheses.dur.ac.uk/482/>
- Bullock, V. L. (1996). *The influences of a constructivist approach on students' attitudes toward mathematics in a preservice elementary teachers mathematics course*. *Dissertation Abstract International*, 57(2), 611-A.
- Bybee, R. W., & Sund, R. (1982). *Piaget for educators* (2nd Ed.). Columbus, OH: Charles Merrill.
- Byrnes, J. P. (1996). *Cognitive development and learning in instruction contexts*. Massachusetts: Allyn and Bacon.

- Campbell, P. F. (1997). Connecting instructional practice to student thinking. *Teaching Children Mathematics*, 4, 106-110.
- Carpenter, T., & Lehrer, R. (1999). *Teaching and learning mathematics with understanding*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Charlesworth, R. (2005). *Experiences in math for young children*. USA: Delmer.
- Christou, C., & Papageorgiou, E. (2006). Improving mathematical knowledge through modeling in elementary schools. In *The 30th international conference of the international group for the psychology of mathematics education*. Prague: Charles University.
- Clements, D. H. (1997). Constructing constructivist, teaching children. *Teaching Children Mathematics*, 4(4), 198-200.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1990). Constructivist learning and teaching. *Arithmetic Teacher*, 38(1), 34-35.
- College, B. (2002). *Mathematics framework for the 2003 national assessment of educational progress*. Washington, DC: National Assessment Governing Board.
- Confrey, J. (1991). *Radical constructivism in mathematics education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Curry, A., & Kadasah, N. (2003). *Focusing on key elements of TQM-evaluation for sustainability*. The TQM Magazine. 14(4), 207.
- Davis, P., & Hersh, R. (1982). *The mathematical experience*. Boston: Houghton Mifflin.
- Desforges, C. (1995). *Learning out of school, in an introduction to teaching*. Massachusetts: Basil Blackwell.
- Dick, W., & Carey, L. (1996). *The systematic design of instruction*. New York: Harper Collins College.
- Dressel, P., & Lewis, B. M. (1995). *General education: Exploration in evaluation* (2nd ed.). Washington, DC: American Council on Education Boston.
- Driscoll, M. P. (1994). *Psychology of learning for instruction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (1994). *Education psychology* (3rd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

- Eisner, E. (1976). Educational connoisseurship and criticism: Their form and functions in educational evaluation. *Journal of Aesthetic Education*, 10, 135–150.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basic of measuring critical thinking skills. *Journal of Education Leadership*, 43, 45-48.
- Fosnot, C. T. (1996). *Constructivism: Theory perspectives and practice*. New York: Teacher College Press.
- Gay, L. R. (1992). *Educational research: Competencies for analysis and application*. New York: Macmillan.
- Ginsburg, H., & Oppen, S. (1969). *Piaget's theory of intellectual development: An introduction*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Grinevitch, O. A. (2004). *Student understanding of abstract algebra: A theoretical examination*. Doctoral dissertation, Bowling Green State University.
- Guilford, J. P., & Hoepfner, R. (1971). *The analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Henriques, L. (1997). *Constructivist teaching and learning*. Retrieved from <http://www.educ.uvic.ca/depts/snsc/temporary/cnstrct.htm>
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge* (pp. 1-28). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hough, J. B., & Duncan, J. K. (1970). *Teaching description and analysis*. Massachusetts: Addison-Westly.
- Jonassen, D. H. (1991). Evaluating constructivist learning. *Educational Technology*, 36(9), 28-33.
- Joseph, R. (2008). *Effects of discussion and writing on student understanding of mathematics concepts*. Retrieved from http://etd.fcla.edu/CF/CFE0002026/Roicki_Joseph_200805_MAST.pdf
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2004). *Models of teaching* (7th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). Research shows the benefits of adult cooperation. *Educational Leadership*, 45(3), 27–30.

- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). Research shows the benefits of adult cooperation. *Educational Leadership*, 45.
- Kahney, D. H. (1993). *Problem solving current issues* (2nd ed.). Philadelphia: Open University Press.
- Kemp, J. E., Morrison, G. R., & Ross, S. M. (1994). *Designing effective instruction*. New York: McMillan College.
- Kilpatrick, J., & Swafford, J. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Krogh, S. L. (1994). *Educating young children infancy to grade three*. New York: McGraw-Hill.
- Krulik, S., & Rudnick, J. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Needham Heights, Mass: Allyn and Bacon.
- Lannin, J. K. (2001). *Developing middle school students' understanding of recursive and explicit reasoning*. Doctoral dissertation, Illinois State University.
- Lappan, G., & Schram, P. W. (1989). Communication and reasoning: Critical dimensions of sense making in mathematics. In *New directions for elementary school mathematics yearbook*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Liu, Y., Xie, J. J., & Zhang, X. Y. (2003). Synthesis and some properties of the copolymer of acrylamide with 2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid. *Journal of Applied Polymer Science*, 90(13), 3481-3487.
- Lorsbach, A. W., Tobin, K., Briscoe, C., & Lamaster, S. U. (1992). An interpretation of assessment methods in middle school science. *International Journal of Science Education*, 14, 305-317.
- Makanong, A. (2000). *The effects of constructivist approaches on ninth grade algebra achievement in Thailand secondary school students*. Retrieved from <http://www.od.arc.nrru.ac.th/dao/detail.nps>
- Martin, R. E. (1994). *Teaching science for all children*. Boston: Allyn and Bacon.

- Martinie, S. (2005). *Assessing conceptual understa*. Retrieved from <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/114/10/38709418.pdf>
- Murphy, R. (1997). *Constructivist checklist, application of constructivist checklist*. Retrieved from <http://www.stemnet.nf.ac/emurphy/cle4-5a,c.html>.
- Muthukrishna, A. (1993). Training mathematical reasoning: Direct explanation versus constructivist learning. *Dissertation Abstracts International*, 53(11), 3834-3835-A.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Nation Council of Teachers of Mathematics.
- Niss, M. (2003). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The danish KOM project*. Retrieved from <http://www7.nationalacademies.org>
- OECD. (2006). *PISA Released items-mathematics*. Retrieved from <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/114/10/38709418.pdf>
- OECD. (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world (Executive summary)*. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/15/13/39725224.pdf>
- OECD. (2010). *PISA 2009 Results: What students know and can do: Student performance in reading, mathematics and science (Volume I)*. Retrieved from <http://dx.doi.org/dataoecd/10.1787/9789264091450-en>
- Omstein, A. C., & Beher-Horenstein, L. S. (1995). *Contemporary issues in curriculum*. Needham Heights, Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Osborne, R. J., & Wittrock, M. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- O'Toole, L. J. (2001). Events management. *Public Administration Review*, 64(6), 681-693.

- Perrine, V. (2001). *Effect of a problem-solving-based mathematics course on the proportional reasoning of preservice teachers*. Retrieved from <http://www.lip.uni.com/dissertations/fullcit/3006601>
- Pettitt, W. J. (2008). A comparative study of traditional/constructivist teaching methods used in algebra classes for preservice elementary teachers. *Dissertation Abstracts International*, 69(2), 573A.
- Pinzka, M. K. (1999, November). The relationship between college calculus students understanding of function and their understanding of derivative. *Dissertation Abstract International*, 60, 1491-A.
- Polya, G. (1987). On learning teaching, and learning teaching. In *Teaching and learning: A problem solving focus* (pp. 1-15). Reston, Virginia: NCTM.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., & Lindquist, M. M. (1995). *Helping children learn mathematics* (4th ed.). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Richardson, V. (1994). Constructivist teaching: theory and practice. *Teaching Thinking & Problem Solving*, 1, 3-7.
- Rittle-Johnson, B., & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of Mathematics: Does one lead to the other?. *Journal of Educational Psychology*, 91(1), 175-189.
- Russell, S. J. (1999). Mathematical reasoning in the elementary grades. In *Developing mathematical reasoning in grades K-12 Yearbook*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Saunders, W. L. (1992). The constructivist perspective: Implications and teaching strategies for science. *School Science and Mathematics*, 92(3), 136-140.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Education Technology*, 35, 1-38.
- Scriven, M. S. (1967). The methodology of evaluation. In *perspectives of curriculum evaluation (AERA monograph series on curriculum evaluation, No. 1)*. Chicago: Rand McNally.

- Sharp, J., & Adams, B. (2002). Children's constructions of knowledge for fraction division after Solving realistic problems. *The Journal of Educational Research*, 95(6), 333-347.
- Slaring, E. (1990). *Education psychology* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative learning. *Review of Educational Research*, 50(2), 315-342.
- Steele, D. F. (1996). A constructivist approach to mathematics teaching and learning by a fourth-grade teacher. *Dissertation Abstracts International*, 56(11), 4309-A.
- Steen, L. A. (2001). *Mathematics and numeracy: Two literacies; One language*. Retrieved from <http://www.stolaf.edu/people/steen/numeracy.html>
- Stella, C., & Vaske, J. J. (2001). Resident perceptions of sustainable tourism in Chongdugou, China. *Society and Natural Resources*, 20(6), 511-525.
- Stiggins, J. R. (1997). *Student-centered classroom assessment*. New Jersey: Macmillan College.
- Sutherland, P. (1992). *Cognitive development today: Piaget and his critics*. London: Paul Cuapman.
- Thomas, C. D. (1994). Constructivism and African-American student's confidence in mathematics. *Dissertation Abstracts International*, 54(7), 2499-2500-A.
- Toumasis, C. (1995). Concept worksheet: An important tool for learning. *The Mathematics Teacher*, 2, 98-100.
- Trudeau, R. (1987). *The non-euclidean revolution*. Boston: Birkhauser.
- Tyler, R. W. (1969). *Education evaluation: New roles, new means*. Chicago: University of Chicaco Press.
- Underhill, R. G. (1991). Two layers of constructivist curriculum interaction. In E. Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivist in mathematics education*. Dordrecht, The Natherlands: Kluwer Academic.
- Watts, M. (1991). Constructivism in the curriculum: Can we close the gap between the strong theoretical version and the weak version of theory in practice?. *The Curriculum Journal*, 2(2), 65-182.

- Watts, M., & Fofili, E. (1998). Towards critical constructivist teaching. *International Journal of Science Education*, 20(2), 173-185.
- Wilson, C. L. (1996). An analysis of a direct instruction product in teaching world Problem-solving to learning disabled student. *Dissertation Abstracts International*, 50(62A), 496.
- Wohlstetter, P., & Sebring, P. B. (2010). School-based management in the united states. In *The governance of schooling: Comparative studied of develop management*. London: Routledge.
- Woolfolk, A. E. (1993). *Educational psychology* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Yager, R. E. (1991, September). The constructivist learning model. *The Science Teacher*, 58, 52-57.
- Zahoric, J. A. (1995). *Constructivist teaching (Fastback 390)*. Bloomington, Indiana: Phi Delta Kappa Educational Foundation.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

- | | |
|--|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย คำสุวรรณ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.นนุช สุขวารี | คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทรา | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดช บุญประจักษ์ | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| 5. ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา |

ภาคผนวก ข

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหลักที่คนไทยควรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพราะคณิตศาสตร์จัดเป็นวิชาที่มีเหตุผล มีระเบียบกฎเกณฑ์ช่วยพัฒนาคนให้มีความคิดสร้างสรรค์ ใช้ความคิดอย่างสร้างสรรค์ รอบคอบ มีเหตุผล เป็นคนช่างสังเกต และมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการพัฒนาความเจริญของสังคมของบุคคลอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังช่วยให้นักเรียนตามทันความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านเศรษฐกิจและสังคม ความเจริญด้านวิทยาการในทุกแขนง ต้องอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานจนเป็นที่ยอมรับว่าคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ สอดคล้องกับโครงการ PISA (Program for International Student Assessment) ด้วยเหตุนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงให้ความสำคัญต่อการพัฒนากระบวนการคิด โดยมุ่งหวังให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 4)

แต่ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2555 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 40.69 (กรมวิชาการ, 2556) ต่อมาในปี 2556 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ร้อยละ 25.45 (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2556) พบว่า นักเรียนไทยยังมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอ ทั้งในเรื่องของความรู้พื้นฐาน การคิด และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่าเดิม นั่นหมายถึงต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีพอ มีศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้แก้ปัญหาได้ สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดไม่ดีเท่าที่ควรเป็นผลมาจากการที่นักเรียนยังขาดความเข้าใจพื้นฐานที่ถูกต้องของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีโน้ตสนธิในเนื้อหาเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาที่เป็นพื้นฐานของการคิดทุกประเภทตลอดจนมีความสามารถในการให้เหตุผล (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2550, หน้า 302) ซึ่งยังคงต้องการการพัฒนา

ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์นั้นกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม โดยครูมีบทบาทในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกและจัดสภาพแวดล้อมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และเตรียมสถานการณ์ที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง นักเรียนจะเป็นผู้ที่เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา ค้นคว้า วิธีการแก้ปัญหาโดยการคิดไตร่ตรองและแก้ปัญหาด้วยตนเอง และร่วมกับกลุ่มแก้ปัญหาอีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะกระบวนการคิด และการร่วมมือในการแก้ปัญหาอันจะส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีและเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีเป้าหมายเพื่อนำผลการวิจัยไปพัฒนาคุณภาพด้านคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีความรู้ความสามารถสูงสุดตามศักยภาพของตนเองและตอบสนองความต้องการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรของสถานศึกษา

แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่นำมาเป็นแนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2547)

Cognitive constructivism และ Social constructivism ล้วนเป็นทฤษฎีที่ศึกษาแยกแยะองค์ประกอบที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง ซึ่งประกอบด้วย การเข้าใจมโนทัศน์และการให้เหตุผล โดยแต่ละแนวคิดมีข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

ข้อสรุปจากแนวคิด Cognitive constructivism

1. พัฒนาการทางปัญญาเกิดจากการซึมซับประสบการณ์ และการปรับโครงสร้างโดยกระทำกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัยทำให้นักเรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ข้อขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดสภาวะไม่สมดุลเป็นแรงจูงใจทำให้เกิดการกระทำอันจะก่อให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา
3. พัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์จะเป็นไปตามลำดับขั้นไม่มีการกระโดดข้ามขั้นหรือสลับลำดับกันได้

ข้อสรุปจากแนวคิด Social constructivism

1. ภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้พัฒนาการทางปัญญาของบุคคลเปลี่ยนจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นซับซ้อนหรือขั้นสูง

2. การพัฒนาความสามารถทางปัญญาระดับสูงต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือ

ความสามารถปัจจุบันของนักเรียนที่เรียกว่า Zone of proximal development โดยใช้สถานการณ์ที่เลียดขีดความสามารถปัจจุบันและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา

จากข้อสรุปข้างต้นเห็นได้ชัดเจนว่าทั้ง 2 แนวคิด ล้วนมีจุดมุ่งหมายที่พัฒนาการทางสมองระดับสูงของนักเรียน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการนำข้อสรุปอันเป็นจุดเด่นของแนวคิดทั้งสองมาบูรณาการกันน่าจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการพัฒนาการใช้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพัฒนาการทางสมองระดับสูงของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาข้อสรุปจากแนวคิดทั้งสองมาวางเป็นกรอบโครงสร้างของการจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับการวิจัยโดยเริ่มต้นด้วยการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาโดยใช้ปัญหาที่เลียดขีดความสามารถในปัจจุบันของนักเรียนเล็กน้อยเป็นตัวกระตุ้น จากนั้นจึงทำให้นักเรียนตระหนักถึงความขัดแย้งหรือปัญหาที่มี และต้องการแก้ข้อขัดแย้งโดยอาศัยภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นสื่อ แล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ข้อขัดแย้งโดยมีพื้นฐานความรู้ความสามารถเดิมและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างแรงจูงใจในการกระทำเพื่อให้เกิดผลลัพธ์

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

หลักการของรูปแบบ

จากแนวคิดและทฤษฎีของรูปแบบ นำมาเป็นหลักการในการจัดชั้นการเรียนรู้ของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีสาระสำคัญดังนี้

1. ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์บนความสามารถหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน
2. ปัญหาหรือข้อขัดแย้งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์โดยการกระตุ้นการซึมซับประสบการณ์และปรับโครงสร้างทางปัญญา
4. ส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ขั้นการจัดการเรียนรู้

ขั้นการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย ขั้นการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นความขัดแย้งทางความคิด เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ดึงประสบการณ์เดิมของนักเรียนออกมาและสร้างประสบการณ์ใหม่เพื่อทำให้เกิดความไม่ตรงกันทางความคิด ครูต้องกระตุ้นและชักจูงให้นักเรียนดึงประสบการณ์เดิมของนักเรียนออกมา และ/ หรือนำเสนอประสบการณ์ใหม่เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อลดความไม่ตรงกันทางความคิดที่เกิดขึ้น นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำการวางแผน สร้างทางเลือกของกลุ่มแล้วลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้และขั้นตอนการเรียนรู้ของกลุ่ม ระหว่างที่นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานและสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สรุปข้อค้นพบและวิธีดำเนินงานของตนเองกับผู้อื่น จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดหรือเหตุผลที่ใช้ เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งเป็นการประเมินการใช้มโนทัศน์ของนักเรียนด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนตรวจสอบความรู้แล้วสร้างความรู้ขึ้นมาด้วยตนเองโดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามรูปแบบ ครอบคลุมทั้งการวัดก่อนการเรียนรู้ การติดตามผลระหว่างเรียน และการวัดผลหลังการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

1. การวัดผลและการประเมินผลทางคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนไม่ควรมุ่งวัดผลความรู้เพียงด้านเดียว ควรวัดให้ครอบคลุมด้านทักษะ/ กระบวนการ และด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมด้วย ทั้งนี้อาจต้องวัดให้ได้สัดส่วนและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2. การวัดผลและการประเมินผลควรใช้วิธีการที่หลากหลาย สอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัด เช่น การวัดผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนและพัฒนานักเรียน (Formative test) การวัดผลเพื่อตัดสินผลการเรียนของนักเรียน (Summative test หรือ Achievement) การวัดผลตามสภาพจริง (Authentic test) สังเกต

3. การวัดผลและการประเมินผลทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของนักเรียนเป็นหลัก (Performance examination) และครูผู้สอนต้องถือว่าวัดผลและการประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นหัวใจของการวัดผลและการประเมินผล ไม่ใช่อยู่ที่การวัดผลเพื่อประเมินตัดสินได้หรือตกของนักเรียนเพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่การวัดผลเพื่อวินิจฉัยหาจุดบกพร่อง ตลอดจนการวัดผลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนได้สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มตามศักยภาพ

ผลการวัดที่หลากหลายนำมาสรุปเพื่อประเมินความถูกต้องก็ให้ใกล้เคียงตามสภาพจริง ผู้วิจัยทำการทดสอบการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อจะได้ทราบถึงระดับความสามารถหรือความรู้พื้นฐานของนักเรียน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และได้ทำการวัดผลเพื่อติดตามผลระหว่างการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม ต่อจากนั้นจัดให้มีการสอบอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวที่มีลักษณะคล้ายหรือใกล้เคียงกับการสอบวัดผลครั้งแรก หลังจากนั้นนำผลคะแนนทั้งสองครั้งมาเปรียบเทียบ หากนักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียนแสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ค

- แบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- แบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดปรนัยชนิดสี่ตัวเลือก เพื่อวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน โดยให้เลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย (x) ลงในกระดาษคำตอบ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 40 นาที

แบบวัดการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

มัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ - นามสกุล ชั้น ม.1/..... เลขที่

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. จากแบบรูป 1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, ... จำนวนถัดไปคือจำนวนใด

ก. 45	ข. 46	ค. 47	ง. 48
-------	-------	-------	-------
2. จำนวนลำดับที่ 8 ของ 3, 5, 8, 12, 17, ... คือ ข้อใด

ก. 38	ข. 45	ค. 47	ง. 48
-------	-------	-------	-------
3. ผลบวกของจำนวนคู่ที่อยู่ระหว่าง 1 ถึง 30 ตรงกับข้อใด

ก. 240	ข. 230	ค. 220	ง. 210
--------	--------	--------	--------
4. ความสัมพันธ์ของ 3, 9, 27, 81, ... คือ ข้อใด

ก. 3^n	ข. n^3	ค. $3-n$	ง. $n-3$
----------	----------	----------	----------
5. 22 เป็นจำนวนลำดับที่เท่าไรของชุดของจำนวนที่มีความสัมพันธ์ $n+14$

ก. 6	ข. 7	ค. 8	ง. 9
------	------	------	------

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 6-8

ค่าผ่านประตูสวนสนุกแห่งหนึ่งคนละ 100 บาท ค่าเล่นเครื่องเล่นครั้งละ 120 บาท

6. ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดมีสมการตรงกับข้อใด

ก. $100(120n)$	ข. $100 + 120n$	ค. $100 - 120n$	ง. $120n - 100$
----------------	-----------------	-----------------	-----------------
7. ถ้าเล่นเครื่องเล่น 2 ครั้ง แล้วค่าใช้จ่ายทั้งหมดตรงกับข้อใด

ก. 340 บาท	ข. 240 บาท	ค. 120 บาท	ง. 100 บาท
------------	------------	------------	------------
8. ถ้ามีเงิน 580 บาท สามารถเล่นเครื่องเล่นที่สวนสนุก ได้มากที่สุดกี่ครั้ง (คิดรวมค่าผ่านประตู)

ก. 6 ครั้ง	ข. 5 ครั้ง	ค. 4 ครั้ง	ง. 3 ครั้ง
------------	------------	------------	------------

9. ข้อใดเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ก. $3x + 6y$ ข. $n^3 + 8 = 10$ ค. $2x - 5 = 13$ ง. $n^2 + 2x = 12$

10. สมการข้อใดเป็นจริง

ก. $23 - 6 = 7 \times 4$ ข. $3(2 + 9) = 11(7 - 4)$

ค. $9 - (3 \times 5) = 12 - 4$ ง. $6(3) - 7 = 255 \div 17$

แบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 30 นาที โดยแต่ละข้อมีตัวเลือก คำตอบและตัวเลือกเหตุผล
2. ในการตอบข้อสอบนี้ นักเรียนต้องเลือกทั้งคำตอบและเหตุผล สำหรับตัวเลือกคำตอบจะมี 3 ข้อ คือ ก ข และ ค ส่วนตัวเลือกเหตุผลนั้นจะมี 4 ข้อ คือ ก ข ค และ ง โดยข้อ ง เป็นข้อที่นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลอื่น ๆ ได้นอกเหนือจากเหตุผลที่กำหนดให้ นักเรียนจะได้คะแนน ก็ต่อเมื่อ เลือกได้ถูกต้องทั้งคำตอบและเหตุผลหรือสามารถแสดงเหตุผลอื่น ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล

แบบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ – นามสกุล ชั้น ม.1/..... เลขที่

1. พิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้

4	3	2	9
5	6	7	18
3	5	7	

จากแบบรูป นักเรียนคิดว่าควรเติมจำนวนใดในช่อง ด้วยเหตุผลใด

ก. 15

ข. 17

ค. 105

จงบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้างต้น

ก. นำจำนวนที่อยู่ในแนวอนมาบวกกัน

ข. นำจำนวนที่อยู่ในแนวตั้งมาคูณกัน

ค. นำจำนวนที่อยู่ในแนวทแยงมาบวกกัน

ง. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

2. ผลรวมของจำนวนนับ 10 จำนวนที่เรียงต่อกันจากน้อยไปมากเท่ากับ 115 จำนวนนับลำดับที่ 5 เป็นเท่าใด

ก. 10

ข. 11

ค. 12

จงบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้างต้น

ก. จำนวนนับตัวสุดท้าย คือ 15

ข. จำนวนนับตัวที่ 3 คือ 8

ค. จำนวนนับตัวแรก คือ 7

ง. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

3. ถ้านำ 8 คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{4}{5}$ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. มีค่าเพิ่มขึ้น ข. มีค่าลดลง ค. มีค่าเท่าเดิม

จงบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้างต้น

- ก. เมื่อนำ 8 คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{4}{5}$ ค่าเพิ่มขึ้นเป็น $\frac{32}{40}$
 ข. เมื่อนำ 8 คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{4}{5}$ ค่าลดลงกว่า $\frac{4}{5}$
 ค. เมื่อนำ 8 คูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{4}{5}$ ค่าที่ได้เท่าเดิมคือ $\frac{8}{10}$
 ง. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

4. ถ้า $4 + x = x$ แล้ว ค่าของ x ตรงกับข้อใด

- ก. มีคำตอบเป็นจำนวนจริงทุกจำนวน
 ข. ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบของสมการ
 ค. คำตอบของสมการคือ -4

จงบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้างต้น

- ก. เนื่องจากเมื่อแทน x ด้วยจำนวนใดๆ ใน $4 + x = x$ แล้วทำให้สมการเป็นจริง
 ข. เนื่องจากเมื่อแทน $x = -4$ ใน $4 + x = x$ แล้วจะได้สมการเป็นจริง
 ค. เนื่องจากไม่มีจำนวนใดแทน x ใน $4 + x = x$ แล้วได้สมการเป็นจริง
 ง. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 15 คาบ
 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 1 คาบ (50 นาที)
 เรื่อง ประยุกต์ใช้แบบรูปและความสัมพันธ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

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

2. ตัวชี้วัด

1. วิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ และเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้ โดยใช้ตัวแปรได้

3. สาระการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ของแบบรูป

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

- 1) วิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ได้
- 2) เขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการ

- 1) ใช้เหตุผลในการอธิบายถึงขั้นตอนการวิเคราะห์แบบรูปและเขียนความสัมพันธ์จากรูปแบบที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้ถูกต้อง
- 2) เชื่อมโยงความรู้และการนำเสนอปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ

- 1) ความร่วมมือและความรับผิดชอบ
- 2) ความสนใจและความกระตือรือร้น
- 3) ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

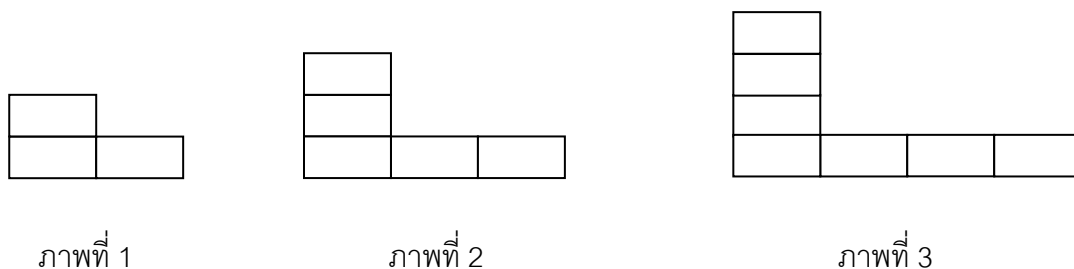
5. สำคัญ

แบบรูป เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะสำคัญบางอย่างร่วมกันอย่างมีเงื่อนไข ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นโดยใช้การสังเกต วิเคราะห์ หาเหตุผลสนับสนุน จนได้ข้อสรุปอันเป็นที่ยอมรับได้

ความสัมพันธ์ของแบบรูปนั้นเกิดจากสิ่งสองสิ่งใด ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันภายใต้กฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขอย่างใดอย่างหนึ่ง

โดยคณิตศาสตร์จะพบการใช้แบบรูปในเรื่องของจำนวน รูปภาพ รูปเรขาคณิต จากแบบรูปของจำนวนสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์โดยใช้ตัวแปร

ตัวอย่าง 1 จงเขียนตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลำดับภาพ และจำนวนรูปสี่เหลี่ยมในแต่ละภาพ



วิธีทำ หาแบบรูปของภาพดังกล่าว

ภาพที่ 1 มีรูปสี่เหลี่ยมจำนวน 3 รูป

ภาพที่ 2 มีรูปสี่เหลี่ยมจำนวน 5 รูป

ภาพที่ 3 มีรูปสี่เหลี่ยมจำนวน 7 รูป

จะเห็นว่า จำนวนรูปสี่เหลี่ยมเกิดจากสองเท่าของลำดับภาพบวก 1

นั่นคือ ภาพที่ 1 มีรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ $(2 \times 1) + 1 = 3$

ภาพที่ 2 มีรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ $(2 \times 2) + 1 = 5$

ภาพที่ 3 มีรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ $(2 \times 3) + 1 = 7$

ดังนั้น ภาพที่ 4 มีรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ $(2 \times 4) + 1 = 9$

ภาพที่ 5 มีรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ $(2 \times 5) + 1 = 11$

และ ภาพที่ n มีรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ $(2 \times n) + 1 = 2n + 1$

สร้างเป็นตารางได้ดังนี้

ภาพที่	1	2	3	4	5	...	n
จำนวนรูป	3	5	7	9	11	...	$2n + 1$

ตัวอย่าง 2 จากตัวอย่างที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

- 1) จำนวนรูปในภาพลำดับที่ 36 คือรูป
- 2) ถ้ามีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมเป็น 113 รูป จงหาว่าเป็นภาพลำดับที่เท่าไร

วิธีทำ 1) จากสูตรของความสัมพันธ์ในตัวอย่างที่ 1

$$2n + 1 \quad \text{โดยที่ } n = 36$$

$$\text{ดังนั้น } 2n + 1 = 2(36) + 1 = 73$$

ตอบ จำนวนรูปในภาพลำดับที่ 36 มี 73 รูป

2) จากสูตร $2n + 1$ เท่ากับจำนวนรูปในลำดับที่ n จะได้ว่า

$$2n + 1 = 113$$

$$2n + 1 - 1 = 113 - 1$$

$$2n = 112$$

$$2n \div 2 = 112 \div 2$$

$$n = 56$$

ตอบ จำนวนรูปสี่เหลี่ยมเป็น 113 รูป จะเป็นภาพลำดับที่ 56

ตัวอย่าง 3 ในตะกร้าใบหนึ่งมีผลไม้อยู่ 3 ชนิดคละกัน คือ ลำไย เงาะ และทุเรียน เมื่อนับดูปรากฏว่าในตะกร้าทุกใบจะมีทุเรียนอยู่ 4 ผล ที่เหลือเป็นเงาะและลำไย โดยมีเงาะเป็นสามเท่าของลำไย ให้นักเรียนเติมจำนวนในตารางและเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงาะและจำนวนลำไย เมื่อมีผลไม้รวมกันทั้งหมด 268 ผล

ลำไย(ผล)	เงาะ(ผล)	ทุเรียน(ผล)	รวม(ผล)
1	$3(1)=3$	4	8
2	$3(2)=6$	4	12
3	$3(3)=9$	4	16
4	$3(4)=12$	4	20
5	$3(5)=15$	4	24
:	:	:	:
n	$3(n)=3n$	4	$n+3n+4$ หรือ $4n+4$

ดังนั้น สมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนเงาะและลำไย คือ $4n+4 = 268$

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด

1. ครูทบทวนการวิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ และเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยให้นักเรียนทำใบงานที่ 1
2. ครูยกตัวอย่างที่ 1 บนกระดาน แล้วให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนะวิธีการหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 เรียนรู้จากการปฏิบัติ

3. ครูให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นคู่ โดยให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากโจทย์และค้นหาวิธีการหาคำตอบตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน เช่นการเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง

4. ครูเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่ม และคอยให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์หรือใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย

5. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการหาคำตอบพร้อมอธิบายเหตุผลของตนเองหน้าชั้นเรียนทีละคู่ และเปิดโอกาสให้เพื่อนในชั้นเรียนซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับการหาคำตอบ

6. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เพื่อให้ได้มโนทัศน์เกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบรูปและเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้ จากนั้นครูให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันแล้วสรุปมโนทัศน์เกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบรูปและเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้

7. ครูสุ่มตัวแทนจากกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งให้ออกมานำเสนอ มโนทัศน์ของกลุ่มตนเอง ครูให้นักเรียนเรียกพิจารณาวิธีการหาคำตอบที่เพื่อนออกมาเสนอ แล้วเปรียบเทียบการหาคำตอบของตนเอง

8. ครูเรียกนักเรียนที่ใช้วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนและถามนักเรียนว่ามีวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างไปอีกหรือไม่

9. ครูดำเนินการอภิปราย โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการหาคำตอบแบบต่าง ๆ ว่าเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร และขั้นตอนการหาคำตอบดังกล่าวมีประสิทธิภาพหรือไม่ และนักเรียนเปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับเพื่อนในชั้นเรียนและตัดสินคำตอบของตนเองเพื่อหาข้อสรุป

ขั้นที่ 3 สรุปความรู้ด้วยตนเอง

10. ครูให้นักเรียนช่วยกันเกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบรูปและเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้ โดยการถามตอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความรู้

11. ครูยกตัวอย่าง 2 บนกระดาน ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการหาคำตอบดังกล่าวต้องทราบข้อมูลอะไรเพิ่มเติม และดำเนินการอย่างไร โดยใช้การถามตอบ

12. ครูยกตัวอย่าง 3 บนกระดาน แล้วสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำบนกระดานเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

13. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 ประยุกต์ใช้แบบรูปและความสัมพันธ์

7. สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 – 2: ประยุกต์ใช้แบบรูปและความสัมพันธ์
2. แบบฝึกหัดที่ 1: ประยุกต์ใช้แบบรูปและความสัมพันธ์
3. ตารางจำนวน
4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานเล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

8. การวัดและประเมินผล

การวัด	การประเมินผล
1. สังเกตจากการตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้อง และมีการกระตือรือร้นในการตอบคำถาม
2. สังเกตการทำกิจกรรมกลุ่ม	ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมในการอภิปรายและการนำเสนองาน
3. ตรวจใบงาน แบบฝึกหัด	ทำใบงานและแบบฝึกหัดถูกต้อง

9. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

10. บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1
แบบรูปและความสัมพันธ์

ชื่อ..... ม. 1/..... เลขที่.....

คำชี้แจง จากแบบรูปที่กำหนดให้ จงหาจำนวนถัดไปอีก 3 จำนวน พร้อมทั้งบอกเหตุผล

1) 10, 15, 20, 25, ...

..... ด้วยเหตุผลว่า

2) 5, 2, 5, 4, 5, 6, ...

..... ด้วยเหตุผลว่า

3) 3, 9, 27, 8, ...

..... ด้วยเหตุผลว่า

4) 9, 10, 12, 15, ...

..... ด้วยเหตุผลว่า

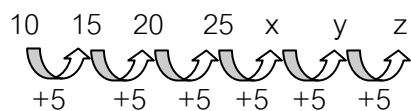
5) 1, 9, 25, 49, ...

..... ด้วยเหตุผลว่า

เจดย์ใบงานที่ 1

1) 10, 15, 20, 25, ...

จากแบบรูปที่กำหนด จะพบความสัมพันธ์ ดังนี้



นั่นคือ $x = 25 + 5 = 30$

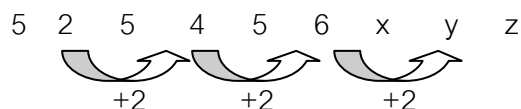
$$y = 30 + 5 = 35$$

$$z = 35 + 5 = 40$$

ดังนั้น จำนวนต่อจาก 25 คือ 30, 35 และ 40 ความสัมพันธ์ คือ เพิ่มขึ้นทีละ 5

2) 5, 2, 5, 4, 5, 6, ...

จากแบบรูปที่กำหนด จะพบความสัมพันธ์ ดังนี้



นั่นคือ $x = 5$

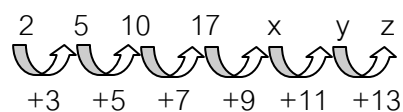
$$y = 6 + 2 = 8$$

$$z = 5$$

ดังนั้น จำนวนต่อจาก 6 คือ 5, 8 และ 5

3) 2, 5, 10, 17, ...

จากแบบรูปที่กำหนด จะพบความสัมพันธ์ ดังนี้



นั่นคือ $x = 17 + 9 = 26$

$$y = 26 + 11 = 37$$

$$z = 37 + 13 = 50$$

ดังนั้น จำนวนต่อจาก 17 คือ 26, 37 และ 50

4) 9, 10, 12, 15, ...

จากแบบรูปที่กำหนด จะพบความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\begin{array}{ccccccc}
 9 & 10 & 12 & 15 & x & y & z \\
 \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright \\
 +1 & +2 & +3 & +4 & +5 & +6 &
 \end{array}$$

นั่นคือ $x = 15 + 4 = 19$

$$y = 19 + 5 = 24$$

$$z = 24 + 6 = 30$$

ดังนั้น จำนวนต่อจาก 15 คือ 19, 24 และ 30

5) 1, 4, 9, 16, ...

จากแบบรูปที่กำหนด จะพบความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\begin{array}{ccccccc}
 1 & 4 & 9 & 16 & x & y & z \\
 1^2 & 2^2 & 3^2 & 4^2 & 5^2 & 6^2 & 7^2
 \end{array}$$

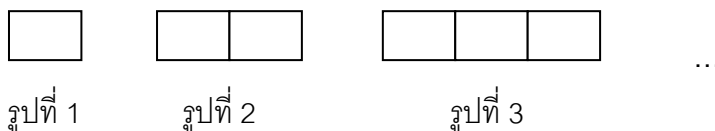
นั่นคือ $x = 25$

$$y = 36$$

$$z = 49$$

ดังนั้น จำนวนต่อจาก 16 คือ 25, 36 และ 49

เฉลยใบงานที่ 2



(1) ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูป กับความยาวรอบรูป

รูปที่	1	2	3	4	5	...	n
ความยาวรอบรูป	4	6	8	10	12		
รูป (หน่วย)	$2+(2 \times 1)$	$2+(2 \times 2)$	$2+(2 \times 3)$	$2+(2 \times 4)$	$2+(2 \times 5)$...	$2+(2 \times n)$

(2) สูตรของความสัมพันธ์จากแบบรูปที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปกับความยาวรอบรูป จากแบบรูป จะพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างรูปกับความยาวรอบรูปมีความสัมพันธ์กัน คือ

$$\text{ความยาวรอบรูป} = 2 + (2 \times \text{รูปที่})$$

(3) รูปที่ 29 จะมีความยาวรอบรูปกี่หน่วย

$$\text{จาก ความยาวรอบรูป} = 2 + (2 \times \text{รูปที่})$$

$$\text{ดังนั้น ความยาวรอบรูป} = 2 + (2 \times 29)$$

$$= 2 + 58$$

$$= 60 \text{ หน่วย}$$

(4) รูปที่มีความยาวรอบรูปเท่ากับ 120 หน่วย เป็นรูปที่เท่าไร

$$\text{จาก ความยาวรอบรูป} = 2 + (2 \times \text{รูปที่})$$

$$120 = 2 + (2 \times \text{รูปที่})$$

$$120 - 2 = (2 \times \text{รูปที่})$$

$$118 = (2 \times \text{รูปที่})$$

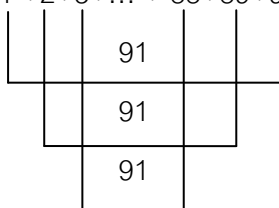
$$\text{ดังนั้น รูปที่} = 59$$

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1
ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องความสัมพันธ์

1. จงหาผลบวกของจำนวนคู่ตั้งแต่ 2 แต่น้อยกว่า 181

วิธีทำ $2+4+6+8+\dots + 180 = 2(1+2+3+\dots + 90)$

$$= 2(1 + 2 + 3 + \dots + 88 + 89 + 90)$$



จากแผนภาพ พบว่าผลบวกของจำนวน 2 จำนวนที่เท่ากับ 91 มี 45 คู่

$$\therefore 1 + 2 + 3 + \dots + 88 + 89 + 90 = 45 \times 91 = 4,095$$

ดังนั้น ผลบวกของจำนวนคู่ตั้งแต่ 2 แต่น้อยกว่า 181 = $2(4,095)$

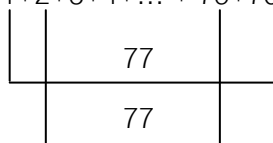
$$= 8,190$$

ตอบ 8,190

2. จงหาผลบวกของจำนวนคี่ทั้งหมดที่อยู่ระหว่าง 1 ถึง 79

วิธีทำ $3+5+7+9+\dots + 77 = \dots\dots\dots$

หา $1+2+3+4+\dots + 75+76+77$



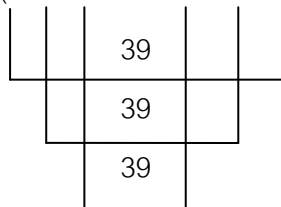
จากแผนภาพ พบว่าผลบวกของจำนวน 2 จำนวนที่เท่ากับ 77 มีทั้งหมด 39 จำนวน

$$\therefore 1+2+3+4+\dots + 75+76+77 = 39 \times 77 = 3,003$$

ดังนั้น $2+3+4+5+\dots + 77 = 3,002$

$$\text{หา } 2+4+6+8+\dots + 76 = 2(1+2+3+\dots + 38)$$

$$= 2(1 + 2+3+\dots + 36+37+38)$$



จากแผนภาพ พบว่าผลบวกของจำนวน 2 จำนวนที่เท่ากับ 39 มีทั้งหมด 19 จำนวน

$$\therefore 1 + 2+3+\dots + 36+37+38 = 19 \times 39 = 741$$

$$\text{ดังนั้น } 2+4+6+8+\dots + 76 = 2(741)$$

$$= 1,482$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ผลบวกของจำนวนคู่ทั้งหมดที่อยู่ระหว่าง 1 ถึง 79} &= 3,002 - 1,482 \\ &= 1,520 \end{aligned}$$

ตอบ 1,520