

การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ
ร่วมกับแนวคิดเมตาคognitionขั้นพื้นฐาน เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ณัฐนันท์ สรวงสมบูรณ์

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน


คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

พฤษภาคม 2562

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุชนีพนธ์และคณะกรรมการสอบดุชนีพนธ์ ได้พิจารณา
ดุชนีพนธ์ของ ณัฐนันท์ สรวงสมบุรณ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาดุชนีพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมดุชนีพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.จันท์พร พรหมมาศ)

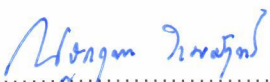

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร. พงศ์เทพ จิระโร)

คณะกรรมการสอบดุชนีพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)


..... กรรมการ
(ดร.จันท์พร พรหมมาศ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร)


..... กรรมการ
(ดร.ณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับดุชนีพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาดุชนีพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สญาวุธ วีระวณิชตระกูล)

วันที่ 13 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562

กิตติกรรมประกาศ

ดุชนีนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างดียิ่งของ ดร.จันทร์พร พรหมมาศ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักดุชนีนิพนธ์ ที่ได้ช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่ ตลอดจนให้คำปรึกษาและข้อคิดต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความอดทนและเอาใจใส่ จนดุชนีนิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร. พงศ์เทพ จิระโร กรรมการควบคุมดุชนีนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความอดทนและเอาใจใส่ ตลอดจนคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ให้แก่ผู้วิจัยจนสามารถสำเร็จการศึกษา

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.อุเทน วางหา ดร.วาทัญญู วุฒิวรรณ และ ดร.พัชรี ทองอำไพ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ รวมทั้งห้วงใยให้กำลังใจตลอดเวลาในการทำดุชนีนิพนธ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.ภูมิสิทธิ์ สุขคนวงษ์ ผู้อำนวยการโรงเรียน ที่ได้ให้โอกาสแก่ผู้วิจัยเข้ารับการศึกษาต่อในระดับดุชนีบัณฑิต และขอบคุณบุคลากรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือทุกด้าน

ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ปีการศึกษา 2561 ทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ให้ความรักและความห่วงใยแก่ผู้วิจัยอย่างดียิ่งจนสามารถสำเร็จการศึกษานอกจากนี้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมสาขาและต่างสาขาทุกคนที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ของดุชนีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาต่อพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ณัฐนันท์ สรรวงสมบุรณ์

56810078: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์/ การสืบสอบ/ แนวคิดเมตาคอกนิชัน/

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์/ การรับรู้ความสามารถของตนเอง

ณัฐนันท์ สรวงสมบูรณ์: การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (RESEARCH AND

DEVELOPMENT OF MATHEMATIC INSTRUCTION PROCESS BASED ON INQUIRY AND

METACOGNITIVE APPROACH TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPT AND SELF-

EFFICACY OF MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุม

คุชฎินิพนธ์: จันท์พร พรหมมาศ, ค.ด., พงศ์เทพ จิระโร, ค.ด. 206 หน้า. ปี พ.ศ. 2562.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น การวิจัยแบ่งการดำเนินการเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป้อมนาคราชวิทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 ห้อง ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 76 คน ได้กลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 36 คน ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 4 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสถิติที่ได้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 3 สรุปและตรวจสอบความคิด และขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

56810078: CURRICULUM AND INSTRUCTION; Ed.D (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORDS: MATHEMATIC INSTRUCTION PROCESS/ INQUIRY METHOD/ META COGNITION APPROACH/ MATHEMATICAL CONCEPT/ SELF-EFFICACY

NATTHANUN SUANGSOMBOON: RESEARCH AND DEVELOPMENT OF MATHEMATIC INSTRUCTION PROCESS BASED ON INQUIRY AND METACOGNITIVE APPROACH TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPT AND SELF-EFFICACY OF MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: CHANPHORN PROMMAS, Ph.D., PONGTHEP JIRARO, Ph.D., 206 P. 2019.

The purposes of this study were 1) to develop of a mathematic instructional process based on inquiry and metacognitive approach to enhance mathematical concept and self-efficacy of mathayomsuksa one students, 2) to study results of using the mathematic instructional process based on inquiry and metacognitive approach to enhance mathematical concept and self-efficacy of mathayomsuksa one students. The research process consisted of four phases: the first phase was analyzing relevant data and theories. The second phase was designing instructional process and developing instructional process. The third phase was verified instruments and applying the instructional process to use. And last was studying results of field try-out of the developed instructional. This Research was a Quasi-Experimental Research, two groups pretest – posttest design. The samples used for studying the developed instructional process were selected Cluster Random sampling to get 76 mathayomsuksa one students in Pomnakarachsawatyanon School, Samutprakarn Province. They were divided into two groups with 36 students in the control group and 40 students in the experimental group. The duration of the experiment was 4 weeks long. The research instruments were tests of mathematical concept knowledge and self-efficacy. Data were analyzed by using Arithmetic mean, standard deviation, and t-test. The developed instructional process composed of four stages: cognitive conflict, hands-on, summarizing and thinking about thinking, reflection. The findings were as follows.

1. The students who were taught by using the mathematic instructional process, had mean score of mathematical concept and self-efficacy on post-learning were higher than pre-learning at the .05 level of significance.

2. The students who were taught by using the mathematic instructional process, had mean score of mathematical concept and self-efficacy on post-learning higher than the students who were taught by using the regular instructional model at the .05 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
คำถามในการวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
การเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	14
การเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	31
แนวคิดเมตาคอกนินซ์.....	44
ทฤษฎีการสร้างความรู้.....	54
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	65
การรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	74
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	78
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	91
ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	93
ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน.....	104

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน.....	114
ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น.....	122
4 ผลการศึกษาและพัฒนา.....	126
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบ สอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	125
ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบ สอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และ การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	130
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	143
สรุปผลการวิจัย.....	148
อภิปรายผลการวิจัย.....	150
ข้อเสนอแนะ.....	152
บรรณานุกรม.....	154
ภาคผนวก.....	164
ภาคผนวก ก.....	165
ภาคผนวก ข.....	170
ภาคผนวก ค.....	188
ภาคผนวก ง.....	193
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	206

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	23
2	บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามแนววงจรการเรียนรู้.....	39
3	บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการเรียนการสอน คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน.....	106
4	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและร้อยละความก้าวหน้าคะแนนโมทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน.	131
5	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน.....	133
6	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้ การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการ- เรียนการสอนแบบปกติ หลังเรียน.....	134
7	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของ นักเรียน ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	135
8	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	138
9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ แนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอน แบบปกติ หลังเรียน.....	139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
10	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบ สอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียน การสอนแบบปกติหลังเรียน.....	142

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบความคิดในการวิจัย.....	9
2	กระบวนการเรียนการสอนของ Robert Tyler.....	25
3	กระบวนการสืบสอบ เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่.....	42
4	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	92
5	วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน.....	103
6	กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน.....	105
7	กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกันแนวคิด เมตาคอกนิชันเป็นฐาน.....	127
8	องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน.....	128

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน ได้รับผลกระทบจากการปฏิวัติทางด้านดิจิทัล ที่เกิดการผลักดันให้โลกเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 (The fourth industrial revolution) ส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ ต้องเผชิญกับระบบเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันไร้พรมแดน และก้าวเข้าสู่ยุคอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of things) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วนมากใช้ความรู้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จึงเป็นพื้นฐานความรู้สำคัญสำหรับพลเมืองทุกประเทศ ดังที่ Kilbane and Milman (2014, pp. 5-6) ได้ระบุว่า คณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ Reading Writing และ Arithmetic หรือ การอ่าน การเขียน และคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD (2003 อ้างถึงใน สุนีย์ คล้ายนิล, 2547, หน้า 2) ได้ระบุในทิศทางเดียวกันว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) เป็นหนึ่งในวิชาเรียนรู้และทักษะที่จำเป็นของพลเมืองทุกประเทศ ในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาของตนเองและเตรียมความพร้อมเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพในอนาคต

คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการคิด การคำนวณ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาที่เป็นกระบวนการจำเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพ การจัดการศึกษาของประเทศต่าง ๆ รวมถึงประเทศไทย จึงกำหนดนโยบายการศึกษาที่มุ่งพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้พลเมืองของประเทศ เพื่อเตรียมให้มีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ที่เพียงพอและเข้มแข็งจนสามารถสร้างเป้าหมายของการทำงานและการดำเนินชีวิตที่มีคุณภาพเป็นพลเมืองโลกที่อยู่ร่วมกันได้อย่างมีความสุข ตลอดจนเป็นแรงงานที่มีสมรรถนะตรงกับความต้องการของตลาดโลก และมีสมรรถนะที่สามารถแข่งขันในเวทีสากลได้

จุดมุ่งหมายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ ดังเช่น ระบุใน National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM (1989, p. 3 อ้างถึงใน Sheffield & Cruikshank, 2000, p. 6) The Shape of the Australian curriculum: Mathematics (National Curriculum Board 2009, p. 4 อ้างถึงใน Hine, Anderson, Galligan, Carmichael, Cavanagh, Ngu and White 2016, p. 4) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2555, หน้า 2) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จึงมีจุดมุ่งหมายให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากลว่า

มุ่งให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ มีความมั่นใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง เป็นนักคิดและนักแก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตัวเลข สัญลักษณ์ และการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ได้ และนำคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้มาใช้ในสถานการณ์จริงในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงมีสมรรถนะในการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม

เมื่อพิจารณาธรรมชาติและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ พบว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual knowledge) และความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural knowledge) ซึ่งความรู้ทั้งสองประเภท มีความสำคัญต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งาน แต่ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไป ครูสอนมากสอนความรู้เชิงกระบวนการ เนื่องจากความรู้เชิงกระบวนการ เป็นสิ่งที่ครูสอนได้ง่ายและนักเรียนเรียนรู้ได้เร็ว เพราะนักเรียนจำขั้นตอนการทำงานตามตัวอย่างที่ครูให้และฝึกทำจนสามารถทำได้ด้วยตนเอง ซึ่งต่างจากความรู้เชิงมโนทัศน์ที่นักเรียนต้องเข้าใจความหมายหรือที่มาของความรู้นั้น และบางครั้งต้องใช้ความคิดระดับสูง นักเรียนจึงได้รับความรู้ประเภทนี้น้อยจากห้องเรียน ดังที่ อัมพร ม้าคะนอง (2559, หน้า 7) ได้ให้ความเห็นว่า การสอนความรู้เชิงกระบวนการมากเกินไป ทำให้นักเรียนขาดมโนทัศน์และความเข้าใจที่แท้จริงเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นผลให้นักเรียนขาดความสามารถในการใช้เหตุผล และไม่สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้ และไม่ตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2552) ได้กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์ของประเทศไทย เป็นแบบท่องจำที่ยึดตามโจทย์ มุ่งเน้นแต่ผลลัพธ์ในการสอบแข่งขัน ขาดการจัดกระบวนการคิดที่จะทำให้ นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุมีผล ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อและไม่สนใจเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนของประเทศไทย ที่จากรายงานผลการประเมิน Trends in International mathematics and science study หรือ TIMSS (2015) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์เฉลี่ย 431 คะแนน ต่ำกว่าค่ากลางของการประเมินซึ่งอยู่ที่ 500 คะแนน และจัดอยู่ในลำดับที่ 26 จากประเทศที่เข้าร่วมการประเมินทั้งหมด 39 ประเทศ โดยนักเรียนไทยส่วนใหญ่ ยังมีระดับความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 หรือระดับต่ำ (Low international benchmark) ซึ่งหมายถึง นักเรียนมีความรู้พื้นฐาน อยู่บ้างในเนื้อหา เรื่องจำนวนเต็มและกราฟอย่างง่าย (สสวท., 2560, หน้า 12-15) และรายงานผลการประเมิน Programme for International student assessment หรือ PISA (2015) ในการประเมินผลด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่พบในทิศทางเดียวกันว่า นักเรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์เฉลี่ย 415 คะแนน โดยมีความสามารถหรือความชำนาญในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 2 ซึ่งเป็นระดับพื้นฐานที่ควรจะมี

(Minimum requirement) ที่แสดงว่า นักเรียนพอจะใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ในชีวิตได้ในระดับเริ่มต้น (สสวท., 2559, หน้า 232-248) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการทดสอบภายในประเทศ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความคิดรวบยอดตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน การทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary national education testing หรือ O-NET) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ลดลงอย่างต่อเนื่องและมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 ถึงปีการศึกษา 2560 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.), 2560) จากผลการสอบ TIMSS, PISA และ O-Net ชำงต้น สะท้อนให้เห็นว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังขาดประสิทธิผลและคุณภาพที่เท่าเทียมระดับนานาชาติ

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะปัจจัยความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างหนึ่ง คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนจะมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้นั้น นักเรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดเชื่อมโยงความรู้และสรุปเป็นมโนทัศน์ ดังที่ Wilson (1971, p. 645) ได้เสนอว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical concepts) เป็นความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับการเรียนตามความเข้าใจของตนเอง และนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วมาสร้างความสัมพันธ์กัน และสิริพร ทิพย์คง (2558, หน้า 5) เสนอความคิดเห็นว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีเป้าหมายเพื่อต้องการให้นักเรียนได้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ สูตร และการแก้ปัญหา ดังนั้น การที่นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์พื้นฐานที่ดี จึงช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่ได้อ่านได้ง่ายและถูกต้อง สามารถนำความรู้ที่มีอยู่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ จนเกิดความรู้ปัจจุบัน และสามารถนำความรู้ที่ไปแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่ง อัมพร ม้าคะนอง (2557, หน้า 17-22) ได้อธิบายเช่นเดียวกันว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับนักเรียนในการคิด การเรียนรู้และการทำงานคณิตศาสตร์ ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคยได้

การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ดังที่ Bandura (1997, p. 3) ได้อธิบายว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นความเชื่อของบุคคลในความสามารถของตนเองว่า ตนเองสามารถทำงานหนึ่ง ๆ ให้สำเร็จได้หรือไม่ ถ้าบุคคลมีความสนใจและเชื่อว่าตนเองมีความสามารถ บุคคลนั้นก็มีความตั้งใจพยายามและทำงานนั้นจนประสบความสำเร็จ และ Schunk (2014, pp. 212-213) ให้

ความคิดเห็นในทำนองเดียวกันว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นความเชื่อมั่นของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถที่จะเรียนรู้หรือกระทำพฤติกรรมออกมาตามความสามารถที่มีอยู่นอกจากนี้ Schunk (1966 อ้างถึงใน สุภาวดี คำนาคี, 2551) ได้ระบุว่า การรับรู้ความสามารถของนักเรียน เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมนักเรียนให้มีความมั่นใจในการแสวงหาความรู้และมีความสุขในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ อีกทั้งนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต และ McCallie (2016) ได้อธิบายว่า นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจ สามารถวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ที่จำเป็น เพื่อให้ได้ผลสำเร็จทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากนักเรียนมีการสะท้อนคิดในการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง และนักเรียนเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้เมตาคอกนิชัน ทำให้นักเรียนเกิดการตระหนักถึงกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง

เมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยส่งเสริมการคิด ดังที่ Flavell (1993, p. 150) ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถในการคิดที่ทำให้บุคคลเกิดความตระหนักเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตน รวมถึงการวางแผน การกำกับการประเมินการเรียนรู้ และการทำงาน เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ให้มากที่สุด และเมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลายประเภท อาทิเช่น การแก้ปัญหา และการให้เหตุผล การอ่าน การเขียนและการสื่อสาร ซึ่ง Cooper (1998, pp. 30-31 อ้างถึงใน ทนงเกียรติ พลไชยา, 2556, หน้า 6) ได้ระบุว่า เมตาคอกนิชัน จะช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้เป็นนักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี ทำให้นักเรียนรู้จักการอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ซ้ำ เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจในปัญหานั้นอย่างแน่นอน ช่วยในการวางแผนและเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ Reys and Barbara (1992 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 14-25) ได้อธิบายว่า เมตาคอกนิชัน ช่วยให้นักเรียนคิดทบทวนหรือคิดไตร่ตรองเกี่ยวกับความคิดของตนเอง ช่วยให้นักเรียนสามารถควบคุมและปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมของตนเองได้ และนอกจากนี้ The national research council (2000b อ้างถึงใน Llewellyn, 2013, p. 66) ยังได้ระบุว่า การนำแนวคิดเมตาคอกนิชันมาใช้ในการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยกำกับการเรียนรู้ให้บรรลุผลสำเร็จ

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงมาโดยตลอด ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จึงต้องเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนมีทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์

และความรู้เชิงกระบวนการควบคู่กัน ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 64) ได้ระบุว่า ครูที่เน้นการสอนเนื้อหาสาระเพียงอย่างเดียว ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย และไม่สามารถค้นหาผลลัพธ์หรือวิธีการได้ด้วยตนเอง วิธีการหนึ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างข้อคำถาม ทดลอง สืบค้น สังเกตผลที่ได้และสร้างความรู้ใหม่หรือข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Trowbridge and Bybee (1986, p. 181) ได้ระบุว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน (Inquiry based instruction) เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนมีการสังเกต ตั้งคำถาม ทดลอง เปรียบเทียบ ลงข้อสรุป นำเสนอผลและนำผลไปใช้ และ Hine et al. (2016, pp. 117-118) ได้อธิบายว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน เป็นวิธีการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญแบบหนึ่ง ที่ครูคณิตศาสตร์ใช้สอนในห้องเรียนระดับมัธยมศึกษา นักเรียนมีโอกาสค้นหาความคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการอภิปราย การทำงานกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือ การแก้ปัญหาและการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องคิดอย่างมีเหตุมีผล ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ตัดสินใจเลือกหาวิธีการที่ได้มาของคำตอบ นักเรียนต้องคิดวิเคราะห์แบบมีวิจารณ์ญาณและมีการสะท้อนความรู้ นอกจากนี้ ยูพิน พิพิธกุล และปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 7-16) ได้ระบุว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่ครูจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ให้นักเรียนค้นหาข้อมูลและความจริง เพื่ออธิบายปัญหานั้น โดยนักเรียนเป็นผู้สืบสอบด้วยการตั้งคำถาม และสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่ช่วยฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักอภิปรายและทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล และฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหานั้นโดยละเอียด

อย่างไรก็ตาม Llewellyn (2013, p. 66) ให้ความเห็นว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบและเมตาคอกนิชัน มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่มองว่า นักเรียนมีการสร้างความรู้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของแต่ละคน นักเรียนมีการไตร่ตรองความคิดเพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยความเข้าใจของตนเอง ดังนั้น ความหมายของการสร้างความรู้ คือ การแสวงหาความรู้จนเกิดความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าได้ ดังที่ Krulik, Rudnick and Milou (2003, p. 7) เสนอว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองในระหว่างเรียน โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว การสอนที่มีประสิทธิภาพ ครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ ไม่ใช่แค่เรียนรู้ข้อเท็จจริงอย่างเดียว สื่อสารและสื่อความหมาย

ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนคนอื่นและครู สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2559) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการวิจัยของรัชกร ประสิทธิ์เตสัง (2558) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สามารถเสริมสร้างให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งยังช่วยให้มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จึงควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื่องจากนักเรียนในระดับชั้นดังกล่าว เป็นนักเรียนที่มีพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจทางสมองเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม (Formal operation) ตามแนวคิดเพียเจต์ (Krulik & Runnick, 2003, pp. 4-5; จันทรพร พรหมมาศ, 2541, หน้า 39-41; ทิศนา แคมมณี, 2555, หน้า 64-65; สุรางค์ ใควตระกูล, 2556, หน้า 50-59) ซึ่งเด็กในวัยนี้ เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถใช้สมองคิดแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรม โดยการคิดหาเหตุผลที่นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถสร้างสมมติฐาน ดำเนินการและควบคุมการสืบสอบ และหาความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับทฤษฎีได้ นอกจากนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นระดับชั้นเริ่มต้นในการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่ควรมีการส่งเสริมความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ รวมถึงการคิด การประเมินความคิด และการทำงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูงต่อไป นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง จะช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้และปรับโครงสร้างการคิดจนเกิดความสมดุล และสร้างเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม นอกจากนี้ แนวคิดการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียน โดยใช้กระบวนการค้นหาความรู้ สร้างความเข้าใจปรากฏการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เก็บรวบรวมเป็นข้อมูล สร้างข้อสรุปเพื่ออธิบายปัญหาที่ค้นพบ โดยการใช้วิธีการที่หลากหลายศึกษาหาความรู้ และแนวคิดเมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถในการคิดของแต่ละบุคคล ที่เกิดจากการได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ และนำความรู้มาตั้งเป้าหมายและประเมินผลในการช่วยคิดไตร่ตรองก่อนตัดสินใจเลือกแก้ปัญหาให้เกิดผลสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการส่งเสริมพฤติกรรมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ส่งผลให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและรับรู้ความสามารถของตนเองในการเลือกทำงาน หรือเลือกวิธีการเรียนรู้ของตนให้ก้าวหน้าและสำเร็จได้ กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้ครูเสริมต่อความรู้ให้นักเรียนกว้างขึ้น และชี้แนะความรู้ให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ เกิดการเรียนรู้การอยู่ร่วมกันในสังคม นอกจากนี้ ช่วยให้ครูใช้เวลาอธิบายเนื้อหาลดลงและเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก สังเกต ส่งเสริม และปรับพฤติกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ดังนั้น การศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง จึงเป็นสารสนเทศที่สำคัญ และเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถตอบสนองความมุ่งหมายในการพัฒนาเด็กไทยให้มีคุณภาพ เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศให้ทัดเทียมนานาประเทศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น

คำถามการวิจัย

1. กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น เป็นอย่างไร
2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนเป็นอย่างไร

3. การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนเป็นอย่างไร

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหรือไม่ อย่างไร

5. การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหรือไม่ อย่างไร

สมมติฐานของการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

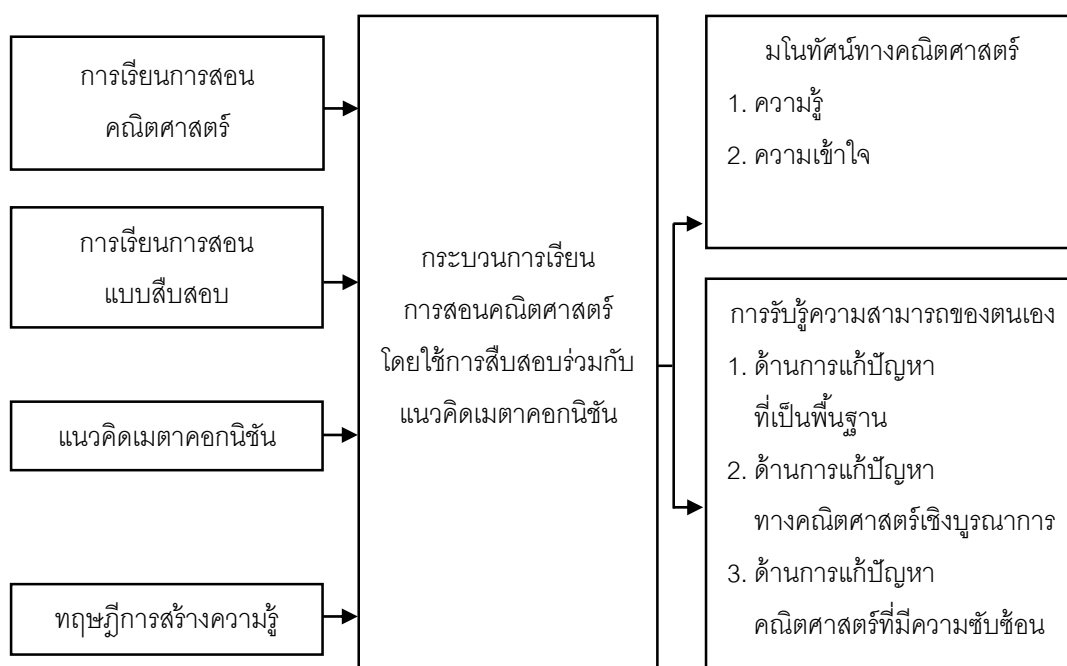
2. การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

4. การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ที่สามารถนำไปใช้ได้ในห้องเรียน และเป็นแบบปฏิบัติสำหรับครูในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาได้

2. เป็นแนวทางสำหรับครูคณิตศาสตร์ในการนำกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognitionเป็นฐาน ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียน 351 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 ห้องเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 จำนวน 36 คน เป็นกลุ่มควบคุม

3. กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 16 คน ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 4 โรงเรียน และนักเรียนโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3. การรับรู้ความสามารถของตนเอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาสาระที่ใช้ในการทดลอง คือ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 12 แผน ใช้เวลาสอนแผนละ 1 ชั่วโมง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลอง ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเมตาคอกนิชัน จำนวน 12 ชั่วโมง

2. กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อความเข้าใจในศัพท์ที่ใช้ในการวิจัยที่ตรงกับผู้วิจัย จึงนิยามความหมายไว้ ดังนี้

1. การสืบสอบ หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อลงมือปฏิบัติในการศึกษา สืบรวจปรากฏการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ เพื่อสร้างคำอธิบายใหม่จากข้อสรุปที่ค้นพบ

2. เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิด เพื่อให้ตระหนักรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง โดยมีกระบวนการวางแผน ควบคุม การกำกับ การสะท้อนความคิด

การประเมินการเรียนรู้และการทำงานของตนเอง เพื่อให้มีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติตนให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

3. การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้โดยตั้งคำถามที่มีความหมาย ร่วมมือคิดหาวิธีการศึกษาสำรวจเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหานั้น ลงมือปฏิบัติตามแผนที่คิดไว้ รวบรวมข้อมูลและสรุปเพื่อสร้างคำอธิบาย หรือคำตอบเกี่ยวกับคำถามหรือปัญหานั้น

4. กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แนวทางการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน และแนวคิดเมตาคอกนิชัน มาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กระบวนการดังกล่าว มุ่งให้นักเรียนมีมิติทัศน์ทางคณิตศาสตร์และมีการรับรู้ความสามารถของตนเอง ที่ทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ กระบวนการเรียนการสอนนี้ มีขั้นตอนการดำเนินการและม็องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน จนทำให้การดำเนินการสอนบรรลุเป้าหมายที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

5. การเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้เกิดจากการแปลความหมายของข้อมูลที่นักเรียนแต่ละคนได้รับแตกต่างกัน การสร้างความรู้ขึ้นอยู่กับรับรู้ ประสบการณ์ และความสนใจในการปรับสมดุลของโครงสร้างความรู้ นักเรียนสร้างความรู้หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว จากการได้คิด ลงมือปฏิบัติ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน การช่วยเหลือ การชี้แนะ การสนับสนุนและการจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนเกิดการเสริมต่อความรู้ สร้างความรู้ และขยายขอบเขตการเรียนรู้ของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

6. กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา การจัดการกระบวนการเรียนการสอนผสมผสานระหว่างสาระด้านเนื้อหา กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ข้อเท็จจริง ความหมายทางสัญลักษณ์ หลักการ รูปแบบ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และความเข้าใจสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. การรับรู้ความสามารถของตนเอง หมายถึง การที่นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในความรู้คณิตศาสตร์ของตนเอง ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการคิด การใช้ และการตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้คณิตศาสตร์อธิบาย ทำนายและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้ การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสารต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.1 เป้าหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.2 หลักการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.3 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.4 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน
2. การเรียนการสอนแบบสืบสอบ
 - 2.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
 - 2.2 เป้าหมายของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
 - 2.3 กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
 - 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
3. แนวคิดเมตาคอกนิชัน
 - 3.1 ความหมายของแนวคิดเมตาคอกนิชัน
 - 3.2 องค์ประกอบของแนวคิดเมตาคอกนิชัน
 - 3.3 การพัฒนาแนวคิดเมตาคอกนิชัน
4. ทฤษฎีการสร้างความรู้
 - 4.1 ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้
 - 4.2 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้
 - 4.3 การนำทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน
5. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 5.2 การพัฒนามโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 5.3 การวัดมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

6. การรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 6.1 ความหมายการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 6.2 การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 6.3 การวัดและประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเอง
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูคณิตศาสตร์ หรือนักการศึกษาคณิตศาสตร์ให้ความสำคัญในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ให้นักเรียน เกิดความรู้คณิตศาสตร์และมีคุณภาพตามเป้าหมายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร ที่กำหนดไว้ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดประโยชน์ต่อชีวิตในอนาคตของนักเรียน

เป้าหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศต่าง ๆ ต่างกำหนดเป้าหมาย ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

National council of teachers of mathematics (NCTM, 1989, p. 31 cited in Sheffield & Cruikshank, 2000, p. 6) ได้กล่าวเกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ดังนี้

1. นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์
2. นักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง
3. นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์
4. นักเรียนสามารถสื่อสารภาษาคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตัวเลขและสัญลักษณ์
5. นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

National curriculum board (2009 cited in Hine et al., 2016, p. 4) ได้กล่าวเกี่ยวกับ เป้าหมายการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศออสเตรเลียว่า ต้องการบุคคลที่มีสมรรถนะความรู้ทาง คณิตศาสตร์สำหรับการทำงาน

National council of educational research and training (NCF, 2012, p. 66) ได้กล่าวเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศอินเดีย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความสามารถด้านพื้นฐาน คือ การพัฒนาความรู้พื้นฐานด้านการคำนวณ การดำเนินการของจำนวน การวัด ทศนิยม และเปอร์เซ็นต์

2. เพื่อพัฒนาความสามารถด้านสูง คือ การพัฒนาด้านการคิด การให้เหตุผล เพื่อสร้างข้อสันนิษฐานต่อข้อสรุปเชิงตรรกะเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรม

สำหรับประเทศไทย กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดเป้าหมายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (สสวท., 2561, หน้า 7) ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นพร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้

2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์

3. มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ

4. มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม เพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

สิริพร ทิพย์คง (2558, หน้า 5) ได้กล่าวถึง เป้าหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นั้น ต้องการให้นักเรียนได้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการคิด คำนวณ สามารถนำหลักการ กฎ สูตร มาใช้และแก้ปัญหาได้

จากเป้าหมายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มุ่งพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้เกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ในการศึกษาการทำงานและการประกอบอาชีพ

หลักการสอนคณิตศาสตร์

สถาบันการศึกษาและนักการศึกษา ได้อธิบายเกี่ยวกับหลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้ Reys, Barbara J, and others (1992 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, 14-25) เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

1. การให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งใน ด้านกว้างและด้านลึก นักเรียนสามารถมองเห็นความสมเหตุสมผลของสิ่งที่กำลังศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด อาจทำได้ด้วยการจัดกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ แต่ต้องเป็นการปฏิบัติที่มีการใช้ความคิดเข้ามาเกี่ยวข้องในการลงมือทำด้วย

2. การเรียนรู้คือการพัฒนา การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลนั้นไม่ได้เกิดขึ้นได้เอง นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนนั้นมีความเหมาะสมกับพัฒนาการของนักเรียน ในรูปแบบที่ทำให้มีความสุขสนุกสนานและน่าสนใจ

3. การเรียนรู้เกิดจากความรู้ที่มีมาก่อนแล้ว ครูจะต้องจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ มีความเหมาะสม และสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจได้ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นทั้งความรู้ที่เป็นมโนทัศน์และความรู้ที่เป็นวิธีการ การสร้างความเข้าใจทั้งสองอย่างของนักเรียนนั้น ต้องอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนด้วย หากนักเรียนไม่มีความรู้เดิมก็ไร้ประโยชน์ การสร้างความรู้ใหม่จากความรู้เดิม ต้องมีการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้แบบบันไดเวียน (Spiral approach) เป็นการจัดการเรียนแบบง่ายไปหายาก การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ ส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสมากมายที่จะพัฒนาและขยายมโนทัศน์ให้กว้างหรือลึกขึ้นไปเรื่อย ๆ ตามช่วงเวลาที่เหมาะสม

4. การสื่อสาร มีส่วนสำคัญในการสร้างความเข้าใจ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยการปฏิบัติสามารถนำไปสู่โอกาสที่หลากหลายในการคิด การพูดและการฟังในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกระดับชั้น รู้จักสื่อสารด้วยการพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ด้วยสัญลักษณ์หรือการเขียน การพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเองทำให้เกิดโอกาสมากมายในการอธิบาย การพิสูจน์ข้อเท็จจริง และการแลกเปลี่ยนวิธีการคิด ดังนั้น ในช่วงมเรียน ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนได้สื่อสารกันเองมากขึ้น ไม่ว่าจะด้วยการพูดคุย การเขียนและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชั้นเรียน

5. คำถามที่ดี ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ คำถามเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากในกระบวนการเรียนรู้ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด คำถามที่ดีมีหลายรูปแบบโดยทั่วไป ควรเป็นคำถามที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการคิดการวิพากษ์วิจารณ์ การสร้างความสัมพันธ์และสนับสนุน การเชื่อมโยงอย่างมีความหมาย

6. สื่อปฏิบัติช่วยในการเรียนรู้ การเลือกใช้สื่อปฏิบัติที่เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ต่าง ๆ มีความเป็นรูปธรรมสำหรับนักเรียนมากขึ้น

7. เมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นการคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง โดยการคิดทบทวนหรือการคิดไตร่ตรอง ช่วยให้นักเรียนสามารถควบคุมและปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมของตนเองได้ การพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียน จำเป็นต้องอาศัยการสังเกตและทบทวนความคิดของตนเอง

8. เจตคติของครู มีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนการสอน เจตคติที่ดีของครู ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เกิดแรงจูงใจให้อยากเรียนและอยากพบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

9. ความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกลงในทางลบต่อคณิตศาสตร์อย่างมาก ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจต่ำ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ

10. ความถนัดตามธรรมชาติของแต่ละเพศนั้นมีความเท่าเทียมกัน ครูควรมีความใส่ใจในการให้กำลังใจนักเรียนแต่ละเพศเท่าเทียมกัน และไม่ปฏิบัติตนต่อนักเรียนแตกต่างกัน

11. ความทรงจำสามารถทำให้ดีขึ้นได้ โดยการให้นักเรียนรับการฝึกฝนหรือปฏิบัติ กิจกรรมในการแก้ปัญหาบ่อย ๆ

Bell and other (1983 อ้างถึงใน อลิสรดา ชมชื่น, 2550, หน้า 25-27) ได้เสนอ หลักการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนควรเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ข้อเท็จจริง คือ หน่วยความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เล็กที่สุด เป็นความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริงแต่ละหน่วย ประกอบขึ้นเป็นตัวสาระการเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงอย่างมีความหมาย ง่ายต่อการจำ จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างมโนทัศน์

2. ทักษะ คือ การดำเนินการที่มีหลายขั้นตอน รวมถึงทักษะที่คุ้นเคยและทักษะที่ต้องฝึกบ่อย ๆ เช่น การดำเนินการทางจำนวน เช่น การบวกในแนวตั้ง หรือการดำเนินการด้วยเครื่องหมายทางพีชคณิต เช่น การแก้สมการเชิงเส้น นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะได้ด้วยการเรียนรู้ จากตัวอย่าง การสังเกตตัวอย่างที่เคยทำแล้ว จึงปฏิบัติตาม หากเป็นตัวอย่างที่ยาก ก็ต้องมีการฝึกซ้ำ

3. มโนทัศน์และโครงสร้างมโนทัศน์ มโนทัศน์ เป็นสมบัติที่บอกความหมายสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น มโนทัศน์ของจำนวนลบ คือ จำนวนที่น้อยกว่าศูนย์ มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ รูปในระนาบที่มีด้านที่เท่ากัน 4 ด้าน และมุมฉาก 4 มุม การเรียนรู้เพียงชื่อ จะเป็นการเรียนรู้ ข้อเท็จจริงเท่านั้น แต่การเรียนรู้ความหมายของชื่อและการให้คำจำกัดความ จึงจะถือเป็นการเรียนรู้มโนทัศน์

4. กลวิธีทั่วไป เป็นวิธีการหรือกระบวนการ ที่เป็นแนวทางในการเลือกทักษะ หรือความรู้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละขั้น ซึ่งถ้าปัญหาที่นักเรียนพบเหมือนกับที่เคยทำมาก่อน นักเรียนจะจำวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ แต่ถ้าเป็นปัญหาเปลี่ยนไป นักเรียนจะไม่สามารถระลึก วิธีการแก้ปัญหาได้ ดังนั้น กลวิธีทั่วไปจึงมีประโยชน์อย่างมาก เพราะนักเรียนจะใช้เป็นแนวทางต่าง ๆ ที่อาจนำไปสู่คำตอบ ปัญหาปลายเปิดและการสืบสอบ จะทำให้นักเรียนสร้างสรรค์

วิธีการสำรวจ เพื่อหาคำตอบและรูปแบบทางคณิตศาสตร์ กลวิธีทั่วไปที่สามารถนำไปใช้กับปัญหาที่ซับซ้อนมาก ๆ และการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา มีดังนี้

- 4.1 การนำเสนอปัญหาด้วยการวาดผัง
- 4.2 พยายามแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า โดยหวังว่าจะได้ข้อแนะนำวิธีการ
- 4.3 การสร้างตัวอย่าง
- 4.4 สร้างตารางผลลัพธ์ต่าง ๆ
- 4.5 ใส่ผลลัพธ์ในตารางเพื่อเป็นตัวแทนตามลำดับ
- 4.6 ค้นหาวิธีการที่ต่างออกไปและทดลองหาคำตอบ
- 4.7 การตรวจคำตอบ

5. เจตคติ เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกและการตอบสนองของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งความชอบหรือไม่ชอบ ความเชื่อมั่นในการทำงานคณิตศาสตร์ เป็นต้น เจตคติต่อคณิตศาสตร์ มีความสำคัญและเป็นจุดมุ่งหมายทั่วไปอย่างหนึ่งของการสอนคณิตศาสตร์ การมีเจตคติทางบวก นำไปสู่ความพยายามและการบรรลุความสำเร็จได้มากขึ้น

Krulik, Runnick, and Milou (2003, p. 19) ได้กล่าวถึง หลักการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสอนแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นของการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน
2. การสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ต้องสอนให้ครอบคลุมมากกว่าการคำนวณ
3. การสอนโปรแกรมคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องใช้เครื่องคำนวณและคอมพิวเตอร์ในทุกระดับชั้น
4. มาตรฐานตัวชี้วัดของประสิทธิภาพและประสิทธิผล ควรถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์
5. การวัดผลที่หลากหลาย เป็นการประเมินที่มากกว่าการทดสอบปกติ ต้องวัดผลสำเร็จของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนขณะนักเรียนกำลังเรียนคณิตศาสตร์
6. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องคำนึงถึงความต้องการของนักเรียน และหลักสูตรคณิตศาสตร์ควรยืดหยุ่น และมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน
7. ครูจำเป็นต้องพัฒนาตนเองและเพื่อนร่วมงาน ให้เป็นครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ

8. การสอนคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องเพิ่มระดับความเหมาะสมกับความสำคัญของความเข้าใจคณิตศาสตร์ของบุคคลและสังคม

Posamentier, Germain-Williams and Daniel (2013, pp. 2-28) ได้นำเสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การควบคุมตนเอง เพื่อให้นักเรียนรู้ในการคิดของตนเองและฟังตนเองได้ ส่งผลให้ครูจัดการเรียนการสอนง่ายขึ้น ซึ่งนักเรียนจะควบคุมตนเองในการเรียน โดยตั้งเป้าหมายและตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนจำสิ่งสำคัญในขณะสะท้อนความคิดของตนจากความผิดพลาด และนำความรู้ไปสร้างเป้าหมายของตนเอง

2. กระตุ้นให้นักเรียนอ่านหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ โดยครูเน้นจุดสังเกตให้นักเรียนอ่านและแสดงความคิดเห็นที่ได้จากการอ่านเป็นประจำ

3. ชมเชยความผิดพลาดเมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูไม่ควรบอกผลลัพธ์ที่ถูกต้องทันที ควรช่วยนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่คุณครูใช้เพื่อให้นักเรียนได้แก้ไขปัญหาด้วยตนเอง

4. จัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นความสนใจและครูตั้งคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน

5. ใช้กลยุทธ์ที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามเกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมาย ที่มีระดับความยาก

6. ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัด เพื่อช่วยนักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น

7. ค้นหาวิธีและค่อย ๆ เพิ่มระดับความยากของภาระงาน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เพื่อให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

8. สอนนักเรียนให้ตั้งคำถามกับตนเอง เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนรู้แล้วว่า อะไรเป็นปัญหาในการเรียน และการทำงานในการเรียนคณิตศาสตร์

9. สอนความคิดรวบยอดและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ควรจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง หรือปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 8-10) ได้กล่าวถึง หลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิด และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัย เป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย
 2. สอนให้นักเรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์
 3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร (What) เรียนอย่างไร (How) ต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชาการและกระบวนการเรียน
 4. สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรม มาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้น หรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น
 5. จัดกิจกรรมการสอน โดยคำนึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของนักเรียน
 6. สอนโดยใช้การฝึกให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึก รายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวม เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น
 7. สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยง สื่อสารและคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้ อยากรู้อะไรและนำไปคิดต่อ
 8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
 9. ครูควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของนักเรียน เพื่อจัดกิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับนักเรียน
 10. สังเกต และประเมินการเรียนรู้ และความเข้าใจของนักเรียนขณะเรียนในห้อง โดยใช้คำถามสั้น ๆ หรือการพูดคุย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, หน้า 1-2) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้
1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
 2. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา โดยการสร้างให้นักเรียนมีส่วนร่วมรู้ ร่วมคิด ร่วมกระทำ ครูทำหน้าที่ร่วมวางแผนในกิจกรรมที่เหมาะสม กระตุ้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ส่งเสริมความคิดและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ตามความต้องการ ความสนใจและเต็มศักยภาพของนักเรียน

3. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยอิสระ ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและชี้แนะในข้อบกพร่องของนักเรียน

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. ส่งเสริมสนับสนุนครูให้สามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครองและบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ รูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียน เป็นกลุ่มย่อย เรียนเป็นรายบุคคล สถานที่จัดก็ควรมีทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน และมีการจัดให้นักเรียนได้ไปศึกษาในแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ที่อยู่ในชุมชนหรือในท้องถิ่น

กล่าวโดยสรุป การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ ครูจะต้องสอนให้นักเรียนเกิด minat ศรัทธาทางคณิตศาสตร์ หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์กันในสังคม เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปราย สะท้อนความคิด ลงข้อสรุป รวมทั้งใช้ทักษะการตั้งคำถาม เพื่อสืบสอบความรู้ และแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อมั่นและการรับรู้ความสามารถของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง โดยครูมีส่วนร่วมในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกันและถูกต้อง รวมถึงวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสมกับนักเรียน ครูจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดเนื้อหาสาระเป็นลำดับขั้นตอนเริ่มจากง่ายไปหายาก และสอนโดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้น หรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วย สาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด (สสวท., 2560, หน้า 5) ดังนี้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาเป็นสาระสำคัญในการประเมินผลการใช้กระบวนการเรียนการสอน โดยกำหนดเป็นกรอบแนวคิดด้านเนื้อหา เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักสูตรที่มีในปัจจุบัน

ทั้งนี้ สถาบันส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 16) ได้กำหนด สาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สาระ มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระ	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1	มาตรฐาน ค 1.3	เข้าใจและใช้สมบัติ	1. สมการเชิงเส้น
จำนวนและพีชคณิต	ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบาย	ของการเท่ากันและสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์	ตัวแปรเดียว
	ความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหา ที่กำหนดให้	และแก้ปัญหา โดยใช้ สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว	2. การแก้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว
			3. การนำความรู้เกี่ยวกับ การแก้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวไปใช้ใน ชีวิตจริง

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

คำว่า กระบวนการเรียนการสอน (Instruction model) มีการใช้อีกคำว่า รูปแบบการสอน (Teaching models) ดังที่ Joyce and Weil (2004 อ้างถึงใน วัชรวิภา เล่าเรียนดี, ปริญญา ศึกษาศาสตร์ และอรพิน ศิริสัมพันธ์, หน้า 63) ได้อธิบายว่า กระบวนการเรียนการสอน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีองค์ประกอบจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน มีทฤษฎีแนวคิดหลักการที่เป็นพื้นฐานของกระบวนการเรียน และได้รับการพิสูจน์แล้วว่า มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ กระบวนการเรียนการสอนกำหนดไว้

ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน

นักการศึกษาให้ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

Dewey (1916 อ้างถึงใน Joyce, Weil & Calhoun, 2004, p. 25) ได้อธิบายว่า กระบวนการเรียนการสอน เป็นการอธิบายการจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ครูใช้ในห้องเรียน ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนมาจากการถ่ายทอดจากหลักสูตร ซึ่งอยู่ในรูปแบบการสอน และสื่อการสอน

Joyce, Weil, and Calhoun (2004, p. 7) ได้อธิบายว่า กระบวนการเรียนการสอน เป็นแบบหรือแผนของการจัดการเรียนรู้ที่ครูนำไปใช้จัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้รับความรู้ ความคิด

ทักษะ ค่านิยม วิธีการคิด และวิธีการแสดงออกในสร้างความหมาย และความเข้าใจของตนเอง ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทิตนา แคมมณี (2555, หน้า 221) ได้ให้ความหมายว่า กระบวนการเรียนการสอน เป็นสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอน ที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยมีการจัดกระบวนการ หรือขั้นตอนในการเรียนการสอน โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้าไปช่วยทำให้ สภาพการเรียนการสอนนั้น เป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ กระบวนการเรียนการสอนจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอน ให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียววี ยินดีสุข (2557, หน้า 68) ได้ให้ความหมายว่า กระบวนการเรียนการสอน หมายถึง แผนการดำเนินการสอนที่ได้รับการจัดเป็นระบบ อย่างสัมพันธ์สอดคล้องกับทฤษฎี/ หลักการเรียนรู้ หรือการสอนที่รูปแบบนั้นยึดถือ และได้รับการพิสูจน์ ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะ รูปแบบนั้น ๆ ซึ่งครูสามารถนำไปใช้เป็นแบบแผนหรือแบบอย่างในการจัดและดำเนินการสอน อื่น ๆ ที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเช่นเดียวกันได้

วีชรา เล่าเรียนดี, ปริญญา กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์ (2560, หน้า 63) กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอน เป็นแบบแผนของกระบวนการจัดการเรียนการสอนและองค์ประกอบ ที่เกี่ยวข้อง ที่จัดไว้อย่างเป็นระบบ มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน มีทฤษฎี แนวคิด หลักการ ที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ และได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ จัดการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กระบวนการเรียนการสอนนั้นระบุไว้

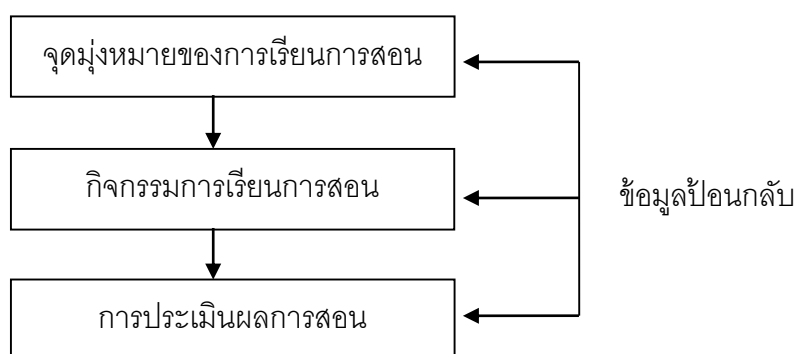
จากความหมายของกระบวนการเรียนการสอนสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ได้จัดองค์ประกอบไว้อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับทฤษฎี/ หลักการเรียนรู้ หรือการสอนที่กระบวนการเรียนการสอนนั้นยึดถือ และได้รับการพิสูจน์ ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของกระบวนการเรียน การสอนนั้น ๆ ซึ่งครูสามารถนำไปใช้เป็นแบบแผน หรือแบบอย่างในการจัดและดำเนินการสอน อื่น ๆ ที่มีจุดมุ่งหมายเดียวกันได้

องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน

นักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการเรียน การสอน ดังนี้

Robert Tyler (1950 อ้างถึงใน ทิศนา แชมมณี, 2555) ได้กำหนดองค์ประกอบของ กระบวนการเรียนการสอนที่เรียกว่า ไทเลอร์ลูฟ (Tyler loop) ไว้ 3 ส่วนด้วยกัน คือ 1) จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน 2) กิจกรรมการเรียนการสอน และ 3) การประเมินผลการเรียนการสอน ข้อมูลจากการประเมินผล จะสามารถใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับไปยังกิจกรรมการเรียนการสอน และจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุง

ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบการเรียนการสอนของ Robert Tyler ดังกล่าว แสดงไว้ในแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 กระบวนการเรียนการสอนของ Robert Tyler (1950)

Keeves (1977, pp. 386-387 อ้างถึงใน ทิศนา แชมมณี, 2555, หน้า 220) ได้อธิบายว่า กระบวนการเรียนการสอน จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนจะต้องนำไปสู่การทำนาย (Prediction) ซึ่งผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลังนั้น สามารถพิสูจน์หรือทดสอบได้ กล่าวคือ สามารถนำไปสร้างเครื่องมือเพื่อไปพิสูจน์หรือทดสอบได้
2. โครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอน ควรประกอบด้วย ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal relationship) ซึ่งสามารถใช้เป็นเหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือเรื่องราวนั้นได้
3. กระบวนการเรียนการสอน สามารถช่วยสร้างจินตนาการ (Imagination) ความคิดรวบยอด (Concept) และความสัมพันธ์ (Interrelations) รวมทั้งกระบวนการเรียนการสอนยังช่วยขยายขอบเขตของการสืบเสาะความรู้
4. กระบวนการเรียนการสอน ควรประกอบด้วย ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (Structural relationships) มากกว่าความสัมพันธ์เชิงเชื่อมโยง (Associative relationships)

ทิศนา แชมมณี (2547, หน้า 215) ได้ระบุว่า กระบวนการเรียนการสอนจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอน หลักการของกระบวนการเรียนการสอน จะเป็นตัวชี้้นำในการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
2. วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน เป็นส่วนที่กำหนดเป้าหมายในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือสิ่งที่ต้องการให้บังเกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ภายหลังจากใช้กระบวนการเรียนการสอน
3. สาระและกระบวนการ เป็นสิ่งที่ระบุเกี่ยวกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน กำหนดไว้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้ในกระบวนการเรียนการสอน
4. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงาน เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และเกิดการเรียนรู้ เมื่อนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้
5. การวัดผลและประเมินผล เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบหรือประเมินประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอน รวมถึงประเมินผลว่า ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะตามที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์หรือไม่

ยุพิน พิพิธกุล (2556, หน้า 6-4) ได้อธิบายว่า กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทั่วไป มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนและครูควรจะบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนทำการสอน จุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนทั้ง 3 ด้าน คือ
 - 1.1 ด้านพุทธิพิสัย หรือด้านสติปัญญา เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว จะมีความสามารถเพียงใด
 - 1.2 ด้านจิตพิสัย หรือด้านอารมณ์จิตใจ ซึ่งจะต้องดูเจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจของนักเรียน เช่น นักเรียนสนใจในการร่วมกิจกรรมหรือสนใจตอบคำถามเพียงใด ปฏิบัติด้วยความชื่นชมเพียงใด
 - 1.3 ด้านทักษะพิสัย หรือด้านทักษะร่างกาย เมื่อเรียนแล้วนักเรียนมีความคล่องแคล่วเพียงใด เช่น การวาดรูป การสร้าง เป็นต้น
2. บอกละเอียดสำคัญที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้

3. การประเมินผลเบื้องต้น ครูควรเตรียมความพร้อมให้นักเรียน โดยมีการประเมินความรู้พื้นฐานหรือการทดสอบก่อนเรียน

4. การสรุปมโนทัศน์หรือหลักการใหม่ ครูผู้สอนต้องการให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์หรือหลักการใหม่ ครูผู้สอนต้องเลือกวิธีการสอน สื่อการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหา เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีความสามารถสรุปมโนทัศน์และหลักการได้ด้วยตนเอง

5. การพัฒนามโนทัศน์ หลักการ และทักษะ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ในข้อ 4 ครูจะต้อง ยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ และนำมโนทัศน์หรือหลักการนั้น มาใช้ได้ อย่างถูกต้อง ซึ่งในขั้นนี้จะเป็นการฝึกทักษะเฉพาะในเรื่องที่เรียน

6. การฝึกให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคล ครูผู้สอนจะต้องยกตัวอย่างให้นักเรียนทุกคน ลองทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

7. การประเมินผลระหว่างเรียน ครูควรเหลือเวลาทำชั่วโมงไว้ให้นักเรียนทุกคน ทำโจทย์ เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนว่าเข้าใจจริงหรือไม่ การประเมินอาจใช้คำถาม หรือแบบทดสอบสั้น ๆ ต้องการวัดมโนทัศน์หรือหลักการเท่านั้น

8. การประยุกต์ใช้มโนทัศน์ หลักการ และพัฒนาทักษะถึงขั้นการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนใช้มโนทัศน์ที่เรียนรู้ใหม่ไปใช้แก้ปัญหา โดยอาศัยมโนทัศน์หรือหลักการเก่าที่เคยเรียนรู้ มาช่วยในการแก้ปัญหาด้วย

9. การประเมินหลังเรียน ซึ่งจะต้องประเมินทั้งด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย การประเมินหลังเรียน ส่วนใหญ่ก็ให้นักเรียนทำการบ้านในหนังสือเรียน หรือจากแบบฝึกหัด ที่ครูสอนสร้างขึ้น

จากองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน สรุปได้ว่า องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน มีองค์ประกอบร่วมที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน เป็นการระบุถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่คาดหวัง ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้กระบวนการเรียนการสอน

2. สารและกระบวนการ เป็นสิ่งที่ระบุเกี่ยวกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน กำหนดไว้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้ในกระบวนการเรียนการสอน

3. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ เป็นส่วนที่ระบุถึงรายละเอียดของกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้และวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้

4. การวัดและประเมินผล เป็นแนวทางการวัดและประเมินประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอน หรือบอกถึงการบรรลุวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนนั้น

การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

นักการศึกษาหลายท่าน ได้นำเสนอการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ดังนี้
Dick and Carey (1985 cited in Seels & Glasgow, 1990, p. 48) ได้อธิบายกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหา เพื่อกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน
2. ดำเนินการวิเคราะห์การเรียนการสอน
3. กำหนดพฤติกรรมก่อนเรียนและลักษณะนักเรียน
4. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. พัฒนาข้อสอบอิงเกณฑ์
6. พัฒนายุทธวิธีการสอน
7. พัฒนาและเลือกสื่อการเรียนการสอน
8. การออกแบบและประเมินผลระหว่างการเรียนการสอน
9. การปรับปรุงการเรียนการสอน
10. ออกแบบและการประเมินผลภายหลังการเรียนการสอน

Seels and Glasgow (1990, p. 50) ได้อธิบายกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียน
2. การวิเคราะห์งานและวิเคราะห์การเรียนการสอน
3. กำหนดวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนและแบบทดสอบ
4. กำหนดกลยุทธ์การเรียนการสอน
5. การเลือกสื่อ
6. การพัฒนาสื่อการเลือกการสอน
7. การประเมินผลระหว่างการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุง
8. การนำไปใช้และการปรับปรุง
9. การประเมินผลหลังการสอนเพื่อตัดสินคุณค่า
10. การเผยแพร่เพื่อการนำไปใช้

Joyce, Weil and Calhoun (2004, p. 25) ได้เสนอแนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ดังนี้

1. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนต้องมีทฤษฎีมารองรับ เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยา
2. เมื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแล้ว ต้องมีการวิจัยเพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบคุณภาพในเชิงการใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อบกพร่องที่ค้นพบมาปรับปรุง พัฒนาหรือแก้ไขกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นก่อนนำไปเผยแพร่
3. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน อาจนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง หรือนำไปใช้เฉพาะวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
4. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน จะมีจุดมุ่งหมายหลักในการเลือกพิจารณาใช้กระบวนการเรียนการสอน ซึ่งถ้านำกระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ นั้น ประสิทธิภาพที่ได้รับอาจเกิดประสิทธิผลลดลง

Kruse (2009, p. 1) ได้เสนอแบบจำลองการออกแบบการสอน ADDIE Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เป็นการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง และขอบเขตในการจัดการเรียนรู้
 2. การออกแบบ (Design) สังเคราะห์กระบวนการเรียนการสอน เป็นการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินการเรียนรู้ การเลือกสื่อ และวิธีการจัดการเรียนการสอน
 3. การพัฒนา (Development) พัฒนาและหาคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผล
 4. การนำไปใช้ (Implementation) ทดลองใช้และศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอน เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ นวัตกรรมและเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง
 5. การประเมินผล (Evaluation) ประเมินและปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอน
- ทิตินา แซมมณี (2555, หน้า 201-204) ได้เสนอแนวคิดหลักการที่สำคัญในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ให้ชัดเจน
 2. การศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบ และจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน
 3. การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลจริงจากการศึกษา สภาพปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ มาใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมาย
 4. การกำหนดองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมาย หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการณ์และสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้อง อันจะส่งผลต่อประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอน ให้บรรลุผลสำเร็จของกระบวนการเรียนการสอนนั้น
 5. การจัดกลุ่มองค์ประกอบต่าง ๆ ของกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นระบบ หรือจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่ออำนวยความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นตอนต่อไป
 6. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกระบวนการเรียนการสอน โดยจัดลำดับความเป็นเหตุเป็นผล จัดลำดับการดำเนินการก่อนหลัง การดำเนินการแบบคู่ขนาน เพื่อให้การใช้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ
 7. การจัดผังองค์ประกอบกระบวนการเรียนการสอน โดยแสดงลำดับขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน
 8. การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับศึกษาผลที่เกิดขึ้น
 9. การประเมินผลกระบวนการเรียนการสอน เป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ว่าใช้แล้วบรรลุตามเป้าหมายมากน้อยเพียงใด
 10. การปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน เพื่อนำผลจากการทดลองใช้ไปปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอนให้ดีขึ้น
- สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยดำเนินการเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แนวคิดและทฤษฎี

ที่เกี่ยวข้อง ระยะเวลาที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ 4 การศึกษาผลการใช้ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การเรียนการสอนแบบสืบสอบ

การเรียนการสอนแบบสืบสอบ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนได้ศึกษาสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง การเรียนการสอนแบบสืบสอบ ช่วยพัฒนาให้นักเรียนให้สามารถสร้างความรู้ที่มีความหมายรวมถึงช่วยพัฒนาการคิด

ความหมายของการสืบสอบ

นักการศึกษาและสถาบันการศึกษาได้ให้ความหมายของการสืบสอบ ไว้ดังนี้

Suchman (1966 อ้างถึงใน Trowbridge & Bybee, 1986, p. 181) ได้ให้ความหมายการสืบสอบไว้ว่า การสืบสอบเป็นวิธีการพื้นฐานที่มนุษย์ใช้ในการเรียนรู้

Carin and Sund (1975, pp. 171-212 อ้างถึงใน จันทรพร พรหมมาศ, 2562, หน้า 1) ได้อธิบายความหมายการสืบสอบไว้ว่า การที่บุคคลมีแนวโน้มหรือลงมือทำด้วยวิธีการหลากหลายเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่สงสัย โดยเป็นผู้ริเริ่มปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบและลงมือปฏิบัติอย่างมีเหตุผล

Welch et al (1981 cited in Trowbridge & Bybee, 1986, p. 181) ได้อธิบายว่าการสืบสอบ เป็นกระบวนการทั่วไปที่มนุษย์ใช้ในการค้นหาความรู้ หรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ

Flick and Lederman (2006 อ้างถึงใน Llewellyn, 2013, p. 5) ได้ให้ความหมายว่าการสืบสอบ เป็นวิธีหรือกระบวนการคิดที่หลากหลายในการช่วยพัฒนาความรู้ใหม่

The National Science Education Standards (NSES, 1996 อ้างถึงใน Llewellyn, 2013, p. 3) กำหนดไว้ว่า การสืบสอบเป็นกิจกรรมที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับการสังเกต การตั้งคำถาม การตรวจสอบความรู้จากแหล่งข้อมูล การทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การตีความข้อมูล การนำเสนอ การอภิปราย การคาดการณ์ การทำนาย การสื่อสาร ซึ่งการสืบสอบเป็นการสร้างความรู้จากข้อสรุป โดยใช้กระบวนการคิดวิจารณ์ญาณ การคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล และการพิจารณาทางเลือกในการอธิบายปรากฏการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 64) ได้ให้ความหมายของการสืบสอบ สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอที่ต้องการให้นักเรียนสร้างข้อคำถาม สืบหาคำอธิบาย สร้างความรู้ใหม่ อภิปรายสิ่งที่ค้นพบ

และสะท้อนความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ มีความสุขกับการเรียนและมีความคงทนในความรู้ที่ได้

จันทรพร พรหมมาศ (2562, หน้า 2) ได้ให้ความหมายการสืบสอบไว้ว่า การสืบสอบ เป็นทั้งวิถีคิดหรือกระบวนการที่บุคคลใช้ในการศึกษาสำรวจ เพื่อค้นหาคำอธิบายของ ปรากฏการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ รวมถึงสร้างความรู้ใหม่

โดยสรุป การสืบสอบ หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อลงมือปฏิบัติในการศึกษา สำรวจ ปรากฏการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ เพื่อสร้างคำอธิบายใหม่จากข้อสรุปที่ค้นพบ

สำหรับความหมายของการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน (Inquiry-based instruction) มีสถาบันการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายไว้ ดังนี้

Trowbridge and Bybee (1986, p. 181) ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนโดยใช้ การสืบสอบเป็นฐานไว้ว่า เป็นการเรียนการสอนที่ใช้การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียน มีการสังเกต ตั้งคำถาม ทดลอง เปรียบเทียบ ลงข้อสรุป นำเสนอผลและนำผลไปใช้

Colburn (2000, p. 42) ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน ไว้ว่า เป็นการสร้างชั้นเรียนให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน ซึ่งนักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองอย่างอิสระ

Kibane and Milman (2014, pp. 244-245) ได้อธิบายความหมายการเรียนการสอน แบบสืบสอบเป็นฐานไว้ว่า เป็นแนวทางการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการสืบสอบหาความรู้ ที่มุ่งสอนให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อค้นหาคำตอบหรือคำอธิบาย ซึ่งนักเรียนเกิดการพัฒนา ทั้งด้านทักษะ ความรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างมีความหมายและการแก้ปัญหา

Dorier and Maass (2014, p. 300 cited in Hine et al., 2016, p. 117) ให้ความหมาย การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานไว้ว่า เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ ต่าง ๆ หรือปัญหาที่สนใจ มีการตั้งคำถามเพื่อหาแนวทางหรือวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ ในการหา คำตอบของคำถาม โดยการตีความและประเมินผลการแก้ปัญหา มีการสื่อสารและตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Hine, Anderson, Galligan, Carmichael, Cavanagh, Ngu and White (2016, p. 117) ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียน ต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา คิดและหากกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ อย่างเป็นระบบ นักเรียนต้องวิเคราะห์ปัญหาอย่างรอบคอบ สะท้อนผล ประเมินผลและสรุป ข้อความรู้ โดยใช้กระบวนการทำงานเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 56) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย การเรียนการสอนแบบสืบสอบ จะเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

ทิตนา เขมมณี (2555, หน้า 141) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ทั้งนี้ ครูช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกันผู้อื่น เป็นต้น

ยุพิน พิพิธกุล และปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 7-16) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่ครูจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ให้นักเรียนเกิดความสงสัยในสถานการณ์นั้น จึงเป็นปัญหาสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนต้องการค้นหาสาเหตุ เพื่ออธิบายปัญหานั้น โดยครูและนักเรียนเป็นผู้สืบสอบด้วยการตั้งคำถาม ทั้งที่จุดหมายปลายทาง คือ ให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

จันทร์พร พรหมมาศ (2562, หน้า 2) ได้สรุปความหมายการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานไว้ว่า เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ โดยตั้งคำถามที่มีความหมาย ร่วมมือคิดหาวิธีการศึกษาสำรวจเพื่อหาคำตอบของคำถาม หรือปัญหานั้น ลงมือทำตามวิธีการหรือแนวทางที่คิดไว้ รวบรวมข้อมูลและสรุปเพื่อสร้างคำอธิบายหรือคำตอบเกี่ยวกับคำถามหรือปัญหานั้น

โดยสรุป การสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ครูจัดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเกิดความสงสัย และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากการตั้งคำถาม การลงมือปฏิบัติค้นคว้าความรู้ และร่วมมือคิดหาวิธีการศึกษาสำรวจโดยลงมือทำตามวิธีการที่คิดวางแผน รวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุป ตรวจสอบความถูกต้อง โดยการอภิปรายและโต้แย้งทางวิชาการ เพื่อสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับคำถามหรือสถานการณ์ปัญหานั้น

ลักษณะของการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน

Nation research council (2000 อ้างถึงใน จันทร์พร พรหมมาศ, 2562, หน้า 2) ได้ระบุว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนถูกกระตุ้นความสนใจเพื่อสืบสอบความรู้ โดยการใช้คำถามอย่างเป็นขั้นตอน

2. นักเรียนระบุข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ที่ช่วยสร้างและประเมินคำอธิบาย เพื่อตอบคำถาม
3. นักเรียนสร้างคำอธิบายพร้อมทั้งประเมินคำอธิบายนั้น เพื่อนำไปสู่การตอบคำถาม และตั้งคำถามต่อไป
4. นักเรียนประเมินคำอธิบายที่สร้างขึ้นอย่างหลากหลาย ซึ่งสะท้อนความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์
5. นักเรียนมีการสื่อสารคำอธิบายต่าง ๆ และสรุปเป็นคำอธิบายที่เหมาะสม
Llewellyn (2005, p. 25) ได้ระบุว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอน โดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้
 1. ในการสร้างความสนใจ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าสู่คำถามหรือปัญหา ควรใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์
 2. ในการอธิบายคำถามหรือปัญหานั้น นักเรียนต้องให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ค้นพบอย่างเป็นลำดับ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายที่ใช้ตอบคำถามหรือปัญหาดังกล่าว
 3. นักเรียนจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายอย่างหลากหลาย ในการตอบคำถาม หรือปัญหาจากหลักฐานที่พบ
 4. นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเองจากคำอธิบายเหล่านั้น โดยเฉพาะที่สะท้อนความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์
 ทิศนา ขัมมณี (2555, หน้า 141) ได้ระบุว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้
 1. ครูมีกระบวนการสอนหรือกิจกรรมการสอน ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด วิเคราะห์ในเรื่องที่เรียน จนสามารถตั้งคำถามที่ต้องการจะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองได้
 2. ครูมีเอกสาร วัสดุ หรือสื่อที่นักเรียนสามารถใช้ประกอบการคิด วิเคราะห์ หรือการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องที่เรียน
 3. นักเรียนมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คำตอบ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่เหมาะสม
 4. ครูมีการช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในการศึกษาวิเคราะห์ และสรุปข้อมูล หรือสร้างความรู้ที่มีความหมายต่อตัวนักเรียน เช่น ทักษะการสืบค้นแหล่งความรู้ แหล่งข้อมูล การอ่าน การวิเคราะห์สิ่งที่อ่าน การสังเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การอภิปรายและโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกลุ่ม เป็นต้น

5. ครูมีการวัดและประเมินผลการเรียนทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการสืบสอบ
ความรู้

ยุพิน พิพิธกุล และปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 7-15) ได้ระบุว่า ลักษณะสำคัญ
ของการเรียนการสอน โดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนการสอนแบบสืบสอบ ครูจะจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียน
เกิดความสงสัย เมื่อนักเรียนสังเกตจนพบปัญหานั้น ก็พยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วย
การตั้งคำถามและรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย เป็นการวิเคราะห์จากปัญหามาหาสาเหตุ นักเรียน
จะใช้คำถามสืบสอบ จนกระทั่งแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุปได้

2. กระบวนการสืบสอบจะเริ่มต้นจากการให้นักเรียนพบปัญหาด้วยตนเองจาก
การสังเกต นักเรียนจะช่วยกันตั้งคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลมาอธิบายและนำไปสู่ข้อสรุป หลังจาก
การแก้ปัญหาได้ ก็จะมีการวิเคราะห์และประเมินกระบวนการสืบสอบ และนำผลที่ได้ไปใช้
ประโยชน์ในสถานการณ์อื่น ๆ

3. กลวิธีการสอนแบบสืบสอบ ครูจะต้องพยายามยกตัวอย่างที่เป็นปัญหาให้นักเรียน
ยอมรับและชื่นชม เพื่อนักเรียนจะได้เริ่มตั้งปัญหาและอภิปราย นักเรียนต้องการทราบแหล่งความรู้
ซึ่งจะช่วยในการแก้ปัญหา ครูสามารถบอกได้ถ้าจำเป็น แต่ครูจะไม่แทรกแซงและบอกนักเรียน
ให้ทำอะไร นักเรียนจะตั้งคำถามแล้วอภิปราย จนกว่าจะพบข้อสรุปด้วยตนเอง

ระดับของการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน

นักการศึกษาได้แบ่งระดับการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน ดังนี้

Carin and Sund (1980 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544, หน้า 58) ได้แบ่งระดับ
การเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน มีด้วยกัน 3 ระดับ โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียน
เป็นเกณฑ์ คือ

1. นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติกรทดลอง (Guided discovery) เป็นการเรียนการสอน
ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้ให้
เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่า
เป็นการเรียนการสอนที่มีคำแนะนำ

2. การเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้วางแผน (Less guided discovery) เป็นการเรียน
การสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมุติฐาน วางแผนการทดลอง
ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกการเรียน
การสอนนี้ว่า การเรียนการสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory)

3. การเรียนการสอนที่นักเรียนวางแผนเอง (Free discovery) เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บข้อมูลดำเนินการทดลอง ตลอดจน สรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาความสนใจ ครูเป็นผู้กระตุ้นเท่านั้น

Nation research council (2000 อ้างถึงใน จันทรพร พรหมมาศ, 2562, หน้า 3)

ได้แบ่งการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน มีด้วยกัน 4 ระดับ คือ

1. การสืบสอบแบบยืนยัน (Confirmation inquiry) เป็นการเรียนการสอนที่ครูเตรียมคำถามและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนดำเนินการและปฏิบัติตามคำแนะนำนั้น เพื่อตรวจสอบหรือยืนยันข้อสรุปหรือองค์ความรู้ที่มีอยู่แล้ว

2. การสืบสอบที่กำหนดไว้ (Structured inquiry) ครูเตรียมคำถามและกำหนดวิธีดำเนินการและทักษะต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมีบทบาทเพียงปฏิบัติตามคำแนะนำ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์แปลความหมายตามคำถามที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปด้วยตนเอง

3. การสืบสอบที่มีการแนะแนว (Guided inquiry) เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับคำถามที่เป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) แล้วหาวิธีการหรือแนวทางศึกษาสำรวจรวบรวมข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อตอบคำถามและอาจนำไปสู่คำถามใหม่

4. การสืบสอบด้วยตัวนักเรียนอย่างอิสระ (Independent inquiry หรือ Open inquiry) เป็นการเรียนการสอนที่ใช้การสืบสอบระดับสูงสุด โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามที่สนใจอยากรู้ ตั้งสมมติฐาน วางแผน วิธีการในการศึกษาสำรวจ รวบรวมข้อมูล แปลความหมาย และลงข้อสรุปเพื่อสรุปตอบคำถามที่สงสัย

Lederman (1970, pp. 2-3) ได้แบ่งระดับการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน มีด้วยกัน 4 ระดับ คือ

1. การสำรวจค้นหา ในระดับนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการและ อธิบาย รวมถึงการสรุป โดยครูจะเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการและการอธิบาย รวมถึงการสรุป โดยครูมีการกำหนดคำถามและดำเนินการสอนตามวิธีการที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์แบบง่าย เพื่อนำไปสู่การทดสอบปัญหาได้

2. การสืบสอบโดยตรง ในระดับนี้ ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและวิธีการให้นักเรียนต้องออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้การอธิบาย วิเคราะห์และสรุปข้อมูลไปสู่หลักฐาน

3. การสืบสอบแบบการแนะแนว ในระดับนี้ ครูกำหนดปัญหาหรือคำถามให้นักเรียนต้องหาวิธีดำเนินการและสรุปผลด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ส่งผลให้

นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหา ด้วยหลักฐานสนับสนุนกับผลลัพธ์ที่ได้มีความสอดคล้องกัน นักเรียน อาจจะมีการสรุปที่หลากหลาย ดังนั้น การกระตุ้นจากครูเป็นสิ่งสำคัญ

4. การสืบสอบแบบเปิดกว้าง ในระดับนี้ครูเปิดกว้างสำหรับนักเรียน ซึ่งครูไม่มีการกำหนดปัญหา วิธีดำเนินการ และการสรุปผล นักเรียนต้องทำการค้นคว้าจากคำถามที่ตั้งขึ้น ด้วยการค้นหาวิธีแก้ไขหรือคำตอบของปัญหา รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและหาหลักฐาน มาสนับสนุนข้อสรุปของตนเอง ชั้นนี้ เหมาะสำหรับการเรียนในระดับสูง

Colburn (2000, p. 42) ได้แบ่งระดับการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน มีด้วยกัน 4 ระดับ

1. การสืบสอบแบบมีโครงสร้าง ครูกำหนดปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา และลงมือปฏิบัติ โดยกำหนดวิธีการปฏิบัติและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ แต่ไม่ได้บอกคำตอบ ให้แก่นักเรียน ซึ่งนักเรียนค้นพบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา หรือลงข้อสรุปข้อมูลด้วยตนเอง

2. การสืบสอบที่มีการแนะนำ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาสำรวจและแก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง

3. การสืบสอบอย่างอิสระ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ต่าง ๆ ที่นักเรียนใช้ในการศึกษาสำรวจ โดยนักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติและแก้ไขปัญหา ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับการสืบสอบที่มีการแนะนำ แต่แตกต่างตรงที่นักเรียนได้กำหนดปัญหา ที่ต้องการศึกษาสำรวจด้วยตนเอง สามารถคิด ลงมือปฏิบัติได้หลากหลายวิธี และไม่จำเป็นต้องมี ขึ้นตอนตายตัว

4. การสืบสอบแบบวงจรการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความสนใจในการศึกษาสำรวจที่เป็นมโนทัศน์ใหม่การเรียนรู้ ครูแนะนำชื่อที่ใช้เรียกมโนทัศน์ และนักเรียนมีโอกาสนำมโนทัศน์ไปใช้สถานการณ์อื่น

ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน

Jacobsen (1989 อ้างถึงใน จันทรพร พรหมมาศ, 2562, หน้า 5) ได้เสนอขั้นตอน การเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้เสนอปัญหา ครูพิจารณาเนื้อหาที่ต้องการสอนและระบุปัญหาที่ต้องการ ให้นักเรียนสืบสอบ

2. ตั้งสมมติฐาน ครูอาจเป็นผู้กำหนดสมมติฐานเอง หรือซักถามโดยใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน

3. รวบรวมข้อมูล นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากสื่อหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หรือ ทำการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูล ซึ่งจะใช้เป็นหลักฐานตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

4. **ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล** นักเรียนนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานและสรุปคำตอบที่เป็นเนื้อหาของบทเรียน

Ai-Choo Ong and Borich (อ้างถึงใน สุพัตรา จันทรโษษิต, 2552, หน้า 28-29) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

1. **ขั้นตั้งคำถาม (Act)** เป็นขั้นที่ครูนำการตั้งคำถามด้วยการจัดกิจกรรม การสาธิต และการใช้ตัวอย่างจริง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามและสมมติฐานจากสถานการณ์ที่กำหนด
2. **ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigate)** เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้วางแผนการตรวจสอบสมมติฐานและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองและแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ตามที่วางแผนไว้

3. **ขั้นเริ่มสร้างคำอธิบาย (Create)** เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปหลักฐานที่รวบรวมได้เพื่อสร้างคำอธิบาย

4. **ขั้นอภิปรายเพื่อสร้างคำอธิบาย (Discuss)** เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนนำคำอธิบายที่ได้จากขั้นที่ 3 มาอภิปรายเพื่อสร้างคำอธิบายร่วมกัน

5. **ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect)** ครูมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนไตร่ตรองและแลกเปลี่ยนข้อมูลและประสบการณ์ จากนั้นเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์ใหม่

จันทรพร พรหมมาศ (2541, หน้า 23) ได้สรุปการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ที่เรียกว่าการเรียนการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ (Learning cycle) ซึ่งเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ที่จัดเรียงลำดับอย่างต่อเนื่อง 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration)** นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม

2. **ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept invention)** นักเรียนสร้างมโนทัศน์โดยนำศัพท์หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ภาษาที่เหมาะสม หรือความรู้ที่เกี่ยวข้องมาโยงสัมพันธ์เข้ากับผลการศึกษาสำรวจ แล้วสรุปสร้างเป็นมโนทัศน์ด้วยตัวนักเรียน

3. **ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application)** นักเรียนมีการจัดระบบโครงสร้างทางความคิดของตน โดยการนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายปรากฏการณ์อื่นเพิ่มเติม ซึ่งขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ จะเป็นพื้นฐานในขั้นการศึกษาสำรวจในการสืบสอบต่อไป

ทั้งนี้ การเรียนการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอน มีดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามแนววงจรกิจการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นการสำรวจศึกษา	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สถานการณ์ สื่อการสอน และข้อมูลต่าง ๆ	1. ลงมือปฏิบัติโดยจัดกระทำ วัสดุอุปกรณ์/ ข้อมูลต่าง ๆ หรือทำการทดลอง
	2. สังเกตและช่วยเหลือ นักเรียนโดย อาจซักถาม หรือให้คำแนะนำ เท่าที่จำเป็น	2. แสดงความคิดเห็น และสื่อความหมายข้อมูล หรือผลที่ได้ กับเพื่อนนักเรียน
2. ขั้นการสร้างมโนทัศน์	1. รวบรวมผลการศึกษา ที่นักเรียนค้นพบ	1. นำความรู้ที่ครูแนะนำ มาโยงสัมพันธ์กับผลที่ได้ จากการศึกษาสำรวจ
	2. แนะนำศัพท์ หรือหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม	2. สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง
	3. ช่วยเหลือและให้คำแนะนำ ในการสร้างมโนทัศน์	
3. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สถานการณ์ สื่อการสอน และข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มเติม	นำมโนทัศน์หรือ ประสบการณ์ ที่ได้เรียนรู้ มาลงมือปฏิบัติใน สถานการณ์อื่นเพิ่มเติม
	2. สังเกตและช่วยเหลือ นักเรียน โดยการซักถาม หรือให้คำแนะนำ เท่าที่จำเป็น	โดยจัดกระทำวัสดุอุปกรณ์/ ข้อมูลต่าง ๆ หรือ ทำการทดลอง

The biological science curriculum study (BSCS) ได้พัฒนาการเรียนการสอนแบบ 5E (5e Learning cycle) โดยปรับขยายจากการเรียนการสอนตามแนววงจรกิจการเรียนรู้ โดยสถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-221) ได้นำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ 5E ไว้ ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ อาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจ อาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้อื่นๆ ที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามและกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว จึงมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแบบจำลอง ข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้ จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบสอบช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก และหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

Eisenkraft (2003, pp. 56-59) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนแบบ 7E โดยปรับขยายจากการเรียนการสอน 5E ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** ในขั้นนี้ ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้างโมโนทัศน์

2. **ขั้นค้นหาความรู้เดิม/ ความรู้พื้นฐาน (Elicit)** ในขั้นนี้ ครูศึกษาความรู้เดิมของนักเรียน ในเนื้อหาหรือโมโนทัศน์ที่กำลังศึกษา เพื่อครุทำความเข้าใจโมโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงความรู้ระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ หรือเป็นการต่อยอดความรู้

3. ขั้นสำรวจศึกษา (Exploration) ในขั้นนี้ เป็นขั้นที่มีความสำคัญของการสืบสอบ นักเรียนจะได้โอกาสลงมือปฏิบัติในการศึกษา สำรวจ และฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของครูในขั้นนี้เป็นผู้ตั้งคำถาม ให้คำแนะนำแนวทางการสืบสอบ หรือให้ข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นของการลงมือปฏิบัติ

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นนี้ นักเรียนมีโอกาสสะท้อนความเข้าใจโดยการอธิบายเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสำรวจ ครูต้องเชื่อมโยงไปยังคำถามหรือปัญหา ซึ่งอาจใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเสนอสมมติฐาน รวมทั้งเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ได้ในขั้นค้นหาความรู้เดิม ทั้งนี้ ครูมีการอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมซึ่งนักเรียนสรุปได้สมมติฐานที่ถูกต้อง

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นนี้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่น ๆ ครูจัดกิจกรรมต่อยอดความรู้ที่ให้นักเรียนขยายขอบเขตความรู้ให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

6. ขั้นนำไปใช้ (Extension) ในขั้นนี้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้สมมติฐานหรือความรู้ที่ได้เรียนรู้อธิบายสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายมากยิ่งขึ้น รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกใช้สิ่งที่ตนเองเรียนรู้มาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

7. ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นประเมินความสามารถทำได้ในทุกขั้น นักเรียนจะได้ตรวจสอบความเข้าใจตนเองอย่างต่อเนื่อง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินพัฒนาการของนักเรียน ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่

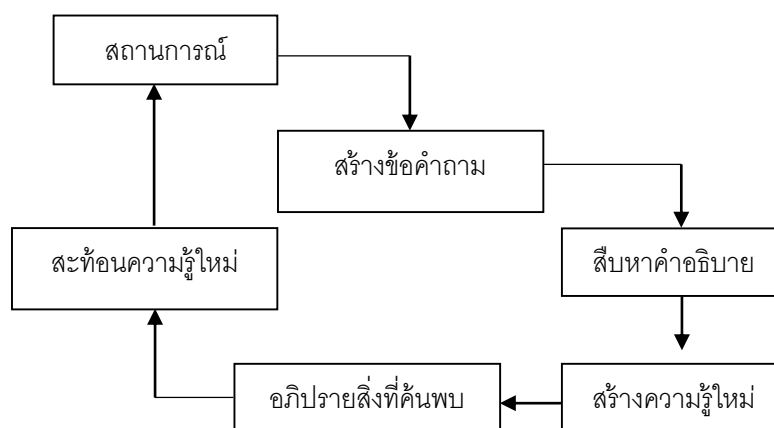
สถาบันพัฒนานักการศึกษาด้านสังคม (Social study center for educator development, 2000 อ้างถึงใน วุฑฒา เล่าเรียนดี และคณะ, 2560, หน้า 140) ได้เสนอว่าการเรียนการสอนแบบสืบสอบ แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. นิยามคำถามและทำความเข้าใจให้ชัดเจนกับคำถาม ประเด็นหรือปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนสามารถดำเนินการได้ในเวลาที่กำหนดหรือครูเป็นผู้กำหนดปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน เสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ หรืออธิบายเกี่ยวกับปัญหา หรือคำถาม การกำหนดสมมติฐานจะช่วยให้แนวทางในการสืบเสาะหาความรู้หรือคำตอบ
3. เก็บรวบรวมข้อมูลและจัดการดำเนินการเก็บข้อมูล การระบุแหล่งข้อมูลและเก็บข้อมูล เป็นเรื่องสำคัญในขั้นนี้ นักเรียนอาจจะเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่เรียนประเมินคุณค่าของข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลระดับต่าง ๆ จัดดำเนินการแปลความหมายข้อมูล จำแนก หรือจัดกลุ่มข้อมูล และนำเสนอ

4. การประเมินผลข้อมูล การวิเคราะห์ และตีความหมายข้อมูล ในขั้นนี้ จะใช้หลักฐาน และข้อมูลที่ปรากฏเป็นพื้นฐานในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบ อาจมีการให้ การอธิบายเพิ่มเติม

5. การสรุปผล การอ้างอิงและการสรุปหลักการทั่ว ๆ ไป โดยพิจารณาว่า สมมติฐาน ที่ตั้งไว้ยอมรับ หรือไม่ยอมรับคำตอบของคำถาม คืออะไร ได้ข้อสรุปอะไรบ้างจากการสืบเสาะ หาความรู้หรือคำตอบของปัญหา มีคำถามอะไรเพิ่มเติมจากสาระความรู้และการวิเคราะห์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 65) ได้นำเสนอ ขั้นตอนการสืบสอบ แสดงไว้ในแผนภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการสืบสอบ

จากขั้นตอนการสืบสอบสามารถอธิบาย ได้ดังนี้

ในการสืบสอบเมื่อเผชิญสถานการณ์ที่สนใจ นักเรียนจะต้องคิด หรือระดมสมอง เพื่อสร้างข้อคำถาม ซึ่งข้อคำถามที่ดีควรเป็นคำถามปลายเปิดที่มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบเลยก็ได้ หลังจากนั้น นักเรียนต้องสืบหาคำอธิบาย ซึ่งอาจทำได้โดย การศึกษา การสำรวจ ทดลอง สังเกต หรือสัมภาษณ์ จนสามารถค้นพบรูปแบบที่จะนำไปสร้างข้อสรุป ซึ่งเป็น ความรู้ใหม่และจากข้อสรุป ก็ร่วมกันอธิบายสิ่งที่ค้นพบในด้านความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล ของคำตอบที่เป็นความรู้ใหม่และวิธีการที่ใช้สืบคำอธิบาย และสุดท้ายการสะท้อนความรู้ใหม่ เป็นวิธีการใช้ตรวจสอบความรู้ใหม่ที่ค้นพบ โดยตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล ของความรู้ใหม่ และวิธีการสืบหาคำอธิบายใช้อีกครั้ง

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

นักการศึกษาได้เสนอบทบาทของครูและนักเรียนที่สำคัญ ในการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ ดังนี้

Suchman (1966, p. 24 อ้างถึงใน สุพัตรา จันทรโษิต, 2552, หน้า 34) ได้อธิบายบทบาทของครูที่สอนแบบสืบสอบ ดังนี้

1. ปล่อยให้และท้าทายให้นักเรียนคิด
2. ให้สิทธิสภาพในการทดลอง การซักถามและการอภิปราย
3. หาสิ่งที่จะช่วยสนับสนุนการสืบสอบ
4. ช่วยวิเคราะห์ความยุ่งยากที่นักเรียนไม่สามารถทำได้
5. ให้ความรู้เพิ่มเติมเมื่อนักเรียนต้องการ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 57) ได้กล่าวถึง บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการสอนแบบสืบสอบ ดังนี้

1. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก
2. ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยกำหนดปัญหา แล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบ หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบด้วยตนเอง
3. ครูเป็นผู้ให้การเสริมแรงโดยการให้รางวัลกล่าวชม เพื่อให้กำลังใจ เพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง
4. ครูเป็นผู้นำและกำกับ เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิด และกำกับควบคุม ไม่ให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง
5. ครูเป็นผู้จัดระเบียบ เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งอุปกรณ์ สื่อการสอนแก่นักเรียน

ทั้งนี้ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 57) ได้อธิบายบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบไว้ว่า นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน มีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติการทดลองหรือวางแผนการทดลอง เพื่อหาคำตอบ หรือทั้งกำหนดปัญหาและวางแผนการทดลองเพื่อหาคำตอบ การค้นหาคำตอบกระทำด้วยตัวเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทิตนา เขมมณี (2555, หน้า 141) ได้กล่าวถึงบทบาทครูในการสอนแบบสืบสอบ ดังนี้

1. ครูมีกระบวนการสอน กิจกรรมการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดวิเคราะห์ในเรื่องที่เรียน จนสามารถตั้งคำถามที่ต้องการจะสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองได้
2. ครูมีเอกสาร วัสดุ หรือสื่อที่นักเรียนสามารถใช้ประกอบการคิด วิเคราะห์หรือการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องที่เรียน

3. นักเรียนมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ คำตอบโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่เหมาะสม

4. ครูมีการช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียน ในการศึกษาวิเคราะห์และสรุปข้อมูล หรือสร้างความรู้ที่มีความหมายต่อตัวนักเรียน เช่น ทักษะการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ แหล่งข้อมูล การอ่าน การวิเคราะห์สิ่งที่อ่าน การสังเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การอภิปรายและโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกลุ่ม เป็นต้น

5. ครูมีการวัดและประเมินผลการเรียนทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการสืบสอบความรู้

โดยสรุป บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ สรุปได้ว่า ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยกำหนดปัญหา แล้วให้นักเรียนศึกษา สำรวจ วางแผน เพื่อสร้างข้อสรุปอธิบายปัญหานั้นด้วยตนเอง หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับเพื่อน ครู และบุคคลอื่น หาคำตอบเองหรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเอง และบทบาทของนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในการศึกษา สำรวจ ปรากฏการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ เพื่อสร้างคำอธิบายใหม่จากข้อสรุปที่ค้นพบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แนวคิดเมตาคอกนิชัน (Metacognition)

การศึกษาเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันประกอบด้วย ความหมายของเมตาคอกนิชัน องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน การพัฒนาเมตาคอกนิชัน การวัดและประเมินเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ความหมายของแนวคิดเมตาคอกนิชัน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

Flavell (1993, p. 150) ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถทางการคิดที่บุคคลรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเองโดยมีการตรวจสอบประเมินและควบคุมกระบวนการคิดของตนให้ปฏิบัติงานต่าง ๆ บรรลุตามเป้าหมาย

Livingston (2003, p. 2) ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความคิดขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการทางความรู้ความเข้าใจในการเรียนของนักเรียน เนื่องจากความรู้ความเข้าใจ มีบทบาทสำคัญที่นักเรียนใช้จนประสบความสำเร็จ

Llewellyn (2013, p. 76) ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นการตระหนักรู้และกำกับตนเอง ในกระบวนการเรียนรู้ของบุคคลเพื่อเป็นการสะท้อนการรับรู้ และประเมินความสามารถที่เกี่ยวกับความคิดของตนเอง

พรณี ชูทัย เจนจิต (2550, หน้า 224) ได้อธิบายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความรู้ของแต่ละบุคคลต่อสิ่งที่ได้เรียน หรือนักเรียนคิดอย่างไรเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียน รู้เหตุผลและสามารถสืบสาวราวเรื่องได้

อัมพร ม้าคะนอง (2556, หน้า 5-28) อธิบายไว้ว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถของบุคคลในการคิด เพื่อให้รู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง รวมถึงการวางแผน กำกับ การประเมินการเรียนรู้ และการทำงานของตนเองเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

ทิตนา เขมมณี (2555, หน้า 82) ได้ให้ความหมายของ เมตาคอกนิชัน ไว้ว่า เมตาคอกนิชัน เป็นการตระหนักรู้เกี่ยวกับความรู้และความสามารถของตน และใช้ความเข้าใจในความรู้ดังกล่าว ในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธีต่าง ๆ ช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 213) ได้ระบุว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่าง ๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2558, หน้า 192) ได้อธิบายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นการควบคุม และประเมินความคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนา เพื่อควบคุมกำกับ กระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงานและยุทธวิธีจนสำเร็จ อย่างสมบูรณ์

วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560, หน้า 70) ได้อธิบายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นกระบวนการและทักษะกระบวนการคิดประเภทหนึ่ง โดยการรู้กระบวนการคิด วิธีปฏิบัติ และผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดและวิธีปฏิบัติของตนเอง เป็นการเรียนรู้การคิด ของตนเอง สามารถควบคุมกระบวนการคิด การจัดการกับความรู้ ทักษะ กระบวนการปฏิบัติ กิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการตรวจสอบผลงานตนเอง เพื่อความสำเร็จด้วยการประเมินผลและมีการปรับแก้ไขอย่างต่อเนื่อง สามารถเลือกใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม สะท้อนย้อนคิดผลของกระบวนการคิดและการปฏิบัติตนบรรลุเป้าหมาย ประสบความสำเร็จและสามารถนำเสนอผลงานตนเองได้อย่างชัดเจน

จากความหมายของเมตาคอกนิชันข้างต้น สรุปได้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการคิดและรู้ถึงความคิดของตนเอง โดยรับรู้ว่าคุณเองสามารถแสดงพฤติกรรมที่สามารถส่งผลต่อความสำเร็จต่องานและการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล โดยมีการคิดวางแผน การตรวจสอบและการประเมินความคิดของตนเอง ก่อนตัดสินใจเลือกแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ด้วยความคิดอย่างไตร่ตรอง จนเกิดความมั่นใจว่า งานที่ทำจะบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

องค์ประกอบของแนวคิดการเมตาคอกนิชัน

นักการศึกษาและสถาบันการศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้ Flavell (1993, pp. 150-155) ได้อธิบายว่า เมตาคอกนิชันมี 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive knowledge) เป็นส่วนของความรู้ที่ทั้งหมด ที่บุคคลสะสมไว้ในระบบความทรงจำระยะยาว เป็นการที่บุคคลรู้ว่าตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร ความรู้ในการคิดเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้น หรือความเชื่อในเรื่องของตัวแปร หรือองค์ประกอบที่มีต่อกิจกรรมการคิด แบ่งออกเป็น 3 ตัวแปร คือ

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคล โดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้หรือการทำงาน เช่น รู้ถึงความถนัดและความสามารถของตนเอง รู้ว่าตนเองมีลักษณะอย่างไรจึงจะทำงานนั้นได้ดี

1.2 ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้น ๆ การรู้ว่าสิ่งใดทำให้งานนั้นยาก สิ่งใดทำให้งานนั้นง่าย รวมถึงปัญหาและอุปสรรคของงานที่จะเกิดกับตนเอง

1.3 ตัวแปรด้านยุทธวิธี คือ ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับยุทธวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นวิธีที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจ การจัดระบบการลงมือปฏิบัติและการประเมินผล ทั้งในสิ่งที่ทำไปแล้วและกับสิ่งที่จะทำต่อไป ตัวแปรด้านนี้ทำให้เกิดความก้าวหน้าในการคิดยุทธวิธีในการรู้คิดตลอดจนการตรวจสอบ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive experiences) เป็นประสบการณ์ทางการคิด ที่บุคคลสามารถควบคุมและมีความสำคัญต่อการกำกับตนเอง ในกิจกรรมการคิดเริ่มตั้งแต่การเข้าสู่สถานการณ์ในการคิด จนกระทั่งบรรลุเป้าหมายหรือเลิกการกระทำประสบการณ์ในการรู้คิดมี 3 องค์ประกอบ คือ

2.1 การวางแผน เป็นการรู้ว่าตนเองคิดว่า จะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายจนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การกำกับ เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน และวิธีการที่เลือกใช้

2.3 การประเมิน เป็นการคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผนวิธีตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์

Baker and Brown (1984 อ้างถึงใน ทิศนา เขมมณี และคณะ, 2544, หน้า 157-160) ได้สรุปไว้ว่า เมตาคอกนิชัน แยกได้เป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึง ทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูล ที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะต้องทำอะไร เป็นกระบวนการที่บุคคล รู้ถึงสิ่งที่ตนคิด และมีความสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ สามารถแสดงออกในสิ่งที่รู้ โดยการอธิบาย สรุปใจความ การสะท้อนความคิดของตนในขณะที่อ่าน หรือมีวิธีท่องจำ มีการวางแผน ขอบข่ายการจดบันทึกหรือในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีแบบแผน เพราะจะทำให้รู้งานนั้นจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง ที่จะทำให้งานนั้น เกิดประสิทธิภาพและทำให้สถานการณ์นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการกำกับตนเอง (Self-regulation) เป็นความสามารถในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาว่า มีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ การประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผนในขั้นตอนการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้ การตัดสินใจในการใช้เวลา หรือการเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นเพื่อแก้ปัญหาได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2558, หน้า 194-196) ได้สรุปองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ได้ 2 องค์ประกอบ คือ การตระหนักรู้และความสามารถในการกำกับตนเอง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึง ทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูล ที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะต้องทำอะไร องค์ประกอบนี้เป็นเรื่องของ การสามารถแสดงออกในสิ่งที่รู้ โดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่ เรียนรู้ สามารถสะท้อนความคิด คิดแก้ปัญหาในการทำงานได้อย่างเกิดประสิทธิภาพ

2. ความสามารถในการกำกับตนเอง (Self-regulation) ในการทำงาน เพื่อให้สามารถ ปฏิบัติงานได้สำเร็จสมบูรณ์ องค์ประกอบนี้ เป็นความสามารถในการกำกับตนเอง ในขณะที่ คิดแก้ปัญหา โดยพิจารณาในงานที่ทำว่าเข้าใจหรือไม่ มีการประเมินวางแผนขั้นตอนในการทำงาน ทดสอบการใช้และตัดสินใจและเลือกวิธีการแก้ปัญหา ที่ทำให้งานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

อัมพร ม้าคะนอง (2556, หน้า 5-28) ได้นำเสนอองค์ประกอบของเมตาคognitionชั้น
ไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดของนักเรียนเองในการเรียนรู้
หรือการทำงาน ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหาสาระหรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับงาน หรือความรู้
เกี่ยวกับวิธีการ หรือกระบวนการทำงาน หรือความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์งาน

2. การควบคุมหรือกำกับตนเอง เป็นความสามารถของนักเรียนในการกำกับการเรียนรู้
หรือการทำงานของตนเองให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ประกอบด้วย 1) การวางแผน
การปฏิบัติงาน 2) การกำกับ ควบคุมและทบทวนความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการ
เรียนรู้หรือทำงาน และ 3) การประเมินเพื่อตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือทำงานว่า เป็นไป
ตามวัตถุประสงค์หรือไม่

3. ความตระหนักในกระบวนการคิด เป็นความสามารถที่จะรู้ถึงสิ่งที่มีอิทธิพลต่อ
การเรียนรู้หรือการทำงาน และสามารถสื่อความหมายสิ่งที่รู้ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลใน 3 ด้าน คือ

1) การอธิบายความคิดที่ถูกต้องของตนเอง 2) การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นที่ถูกต้อง และ
3) การยอมรับความคิดที่ผิดพลาดของตนเอง

ทั้งนี้ อัมพร ม้าคะนอง (2556, หน้า 5-28) ได้อธิบายแนวทางการจัดการเรียน
การสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดเมตาคognitionชั้น เพื่อให้นักเรียนแสดงพฤติกรรม
ตามองค์ประกอบเมตาคognitionชั้น ดังนี้

1. ด้านความรู้ ครูให้นักเรียนอธิบายว่ากิจกรรมที่ทำเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
เรื่องอะไร และนักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นดีเพียงใด หรืออาจให้คำอธิบายวิธีการ
หรือกระบวนการที่สามารถนำมาใช้ในการทำงาน หรือใช้อธิบาย เหตุผลได้จึงเลือกใช้วิธีการใด
วิธีการหนึ่ง

2. ด้านการควบคุมหรือกำกับตนเอง ครูให้นักเรียนอธิบายการวางแผนแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ รวมทั้งอธิบายการกำกับ การแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนให้ถูกต้อง ตลอดจนอธิบาย
วิธีการตรวจสอบว่าสิ่งใดเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่

3. ด้านความตระหนักในกระบวนการคิด ครูให้นักเรียนแสดงผลที่สนับสนุนว่า
ตนเองคิดถูกต้อง หรืออภิปรายเหตุผลของผู้อื่นเกี่ยวกับวิธีคิด หรือวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 214) ได้นำเสนอ
องค์ประกอบของเมตาคognitionชั้นไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ เป็นความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง ในการปฏิบัติงาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ใน 3 ด้าน ดังนี้
 - 1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ
 - 1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะงานที่ทำ
 - 1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง
 - 1.2 ความรู้ในวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือปฏิบัติงาน
 - 1.3 ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะของวิธีการที่ใช้ในการเรียนรู้หรือปฏิบัติงาน เพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด
2. การควบคุมตนเอง เป็นความสามารถของนักเรียนในการควบคุมตนเองให้เรียนรู้หรือปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ประกอบด้วยการควบคุมตนเองใน 3 ด้าน ดังนี้
 - 2.1 การวางแผน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงาน
 - 2.2 การกำกับควบคุม เป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน
 - 2.3 การประเมิน เป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามเป้าหมาย
3. การตระหนักต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับ การรู้ป้จจัยที่จำเป็น ที่ทำให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถอธิบายเหตุผล 3 ด้าน ดังนี้
 - 3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผล เพื่อสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่าสิ่งที่ตนคิดนั้นถูกต้อง หลังจากประเมินแล้วว่า กระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือปฏิบัติงานทำให้งานสำเร็จ
 - 3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้อง นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผล ในการยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตน
 - 3.3 การยอมรับความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขข้อผิดพลาด

ที่เกิดขึ้น หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือปฏิบัติงานทำให้
งานผิดพลาด

จากองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เมตาคอกนิชัน
มี 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความตระหนักรู้และความรู้ในเมตาคอกนิชัน มีความหมายไม่แตกต่างกัน คือ
ความตระหนักรู้ในตนเองว่าจะใช้ทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมี
ประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะต้องทำอย่างไร ซึ่งเป็นการทำงานที่บุคคลรู้ในสิ่งที่ตนคิดและมีความสอดคล้อง
กับสถานการณ์การเรียนรู้ สามารถแสดงออกในสิ่งที่รู้โดยการอธิบาย สรุปใจความ การสะท้อน
ความคิดของตนในขณะอ่าน หรือในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงาน
อย่างมีแบบแผน เพราะจะทำให้รู้ว่างานนั้น จะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง ที่จะทำให้งานนั้น
เกิดประสิทธิภาพ และทำให้สถานการณ์นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการกำกับตนเองและประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน มีความหมาย
ไม่แตกต่างกัน คือ เป็นความสามารถในการกำกับตนเอง ในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึง
การพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ การประเมินความพยายามในการทำงาน
การวางแผนและขั้นตอนในการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้ การตัดสินใจในการใช้เวลา
และการใช้ความสามารถที่มีอยู่ และการเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นเพื่อแก้ปัญหาได้

การพัฒนาเมตาคอกนิชัน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการพัฒนาเมตาคอกนิชัน ดังนี้

Beyer (1987, pp. 192-196) ได้กล่าวว่า ครูผู้สอนสามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน
ซึ่งประกอบด้วยการวางแผน การกำกับ และการประเมิน เป็นแนวทางในการช่วยให้นักเรียนคิด
เกี่ยวกับการคิดของตนเอง เพื่อช่วยให้นักเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ง่ายขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผน เป็นการรู้ว่าตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่การกำหนด
เป้าหมายจนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย โดยกระบวนการขั้นนี้จะนำไปสู่กระบวนการ
ย่อย ๆ ดังนี้

- 1.1 การกำหนดเป้าหมาย
- 1.2 การเลือกวิธีการปฏิบัติ
- 1.3 การเรียงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ
- 1.4 การรวบรวมจัดหมวดหมู่ปัญหาและอุปสรรคที่สามารถจะเกิดขึ้นได้
- 1.5 การรวบรวมแนวทางเพื่อที่จะให้บรรลุปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

1.6 การคาดคะเนหรือทำนายผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้า

2. การตรวจสอบ เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนและวิธีการเลือกใช้ โดยในขั้นนี้จะนำไปสู่กระบวนการย่อย ๆ ดังนี้

2.1 การกำกับจุดประสงค์ไว้ในใจ

2.2 การกำกับหน้าที่ของตนเองให้เป็นไปตามขั้นตอน

2.3 การรู้จุดประสงค์ย่อยที่จะทำให้แก้ปัญหาได้สำเร็จ

2.4 การตัดสินใจไปสู่การปฏิบัติขั้นต่อไป

2.5 การเลือกวิธีปฏิบัติขั้นต่อไปอย่างเหมาะสม

2.6 การรู้ถึงปัญหาและข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหา และทราบวิธีที่จะขจัดปัญหา และข้อผิดพลาด

3. การประเมิน เป็นการคิดเกี่ยวกับการประเมิน การวางแผน วิธีการตรวจสอบ และการประเมินผลลัพธ์ โดยในขั้นนี้จะนำไปสู่กระบวนการย่อย ๆ ดังนี้

3.1 การประเมินความสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย

3.2 การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้อย่างละเอียดและเพียงพอ

3.3 การประเมินคุณค่าของวิธีใช้

3.4 การประเมินเรียงลำดับปัญหาและข้อผิดพลาดที่พบ

3.5 การพิจารณาประสิทธิภาพของแผนการที่ทำให้แก้ปัญหาได้สำเร็จ

Derry and Murphy (1986, pp. 9-10 อ้างถึงใน อัมภรัตน์ ผลาวรรณ, 2556, หน้า 23) ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาเมตาคognition ดังนี้

1. สอนยุทธวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนสะสมไว้ในคลังยุทธวิธีของตน (Action or strategies)

2. ฝึกให้นักเรียนตระหนักได้ว่า ตนต้องเรียนรู้อะไร มีเป้าหมายอะไร (Goal)

3. เพิ่มพูนความถี่และคุณภาพของประสบการณ์ อันจะนำไปสู่การหยั่งเห็นในการเรียนรู้ (Metacognitive experience)

4. ช่วยให้นักเรียนได้สะสม ข้อความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของยุทธวิธีต่างๆ รวมทั้ง ข้อความรู้เกี่ยวกับโอกาสและวิธีที่จะใช้ยุทธวิธีเหล่านั้น (Metacognitive knowledge)

ทิตนา เขมมณีและคณะ (2544, หน้า 160-161) ได้เสนอการพัฒนาเมตาคognition ดังนี้

1. ครูควรฝึกให้นักเรียนระบุให้ชัดเจนว่า “สิ่งไหนหรืออะไรที่นักเรียนรู้แล้ว และสิ่งไหนหรืออะไรที่นักเรียนยังไม่รู้”
 2. การพูดและอภิปรายเกี่ยวกับวิธีคิด มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นครูควรต้องอธิบายถึงกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา โดยการสาธิตการคิดให้นักเรียนเห็นจากสถานการณ์จำลอง หลังจากนั้น ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดและอภิปรายเกี่ยวกับวิธีคิดหรือกระบวนการคิดของแต่ละคน
 3. ครูควรฝึกให้นักเรียนฝึกการเขียนอนุทินเกี่ยวกับการใช้ความคิดหรือการคิด โดยให้นักเรียนบันทึกวิธีคิด บันทึกข้อควรระวัง ปัญหา/ อุปสรรค และความยากลำบากที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นการสะท้อนความคิดของตนเองของนักเรียน
 4. ครูควรฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนฝึกการวางแผนและกำกับตนเองในการเรียนรู้ เพราะถ้าบุคคลอื่นจัดการให้ นักเรียนก็ไม่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองได้
 5. ครูควรฝึกให้นักเรียนสรุปกระบวนการคิดที่ใช้เมื่อกระทำกิจกรรมต่าง ๆ เสร็จ โดยให้นักเรียนได้อภิปรายกระบวนการคิดที่ใช้ ทั้งนี้เพื่อ
 - 5.1 นักเรียนได้ตระหนักรู้เกี่ยวกับการควบคุมความคิด
 - 5.2 นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้และในกิจกรรมการสรุปกระบวนการคิดสามารถทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้
 - 5.2.1 ครูแนะนำให้นักเรียนทบทวนกิจกรรมการเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการคิดที่ใช้และความรู้สึกที่เกิดขึ้น
 - 5.2.2 ครูให้นักเรียนจำแนกทักษะการคิดที่ใช้ รวมทั้งระบุกลยุทธ์การคิด
 - 5.2.3 ครูให้นักเรียนประเมินความสำเร็จ โดยให้นักเรียนนำกลยุทธ์ที่ไม่เหมาะสมออกไป และนำเสนอกลยุทธ์ที่จะเป็นประโยชน์สำหรับใช้ในอนาคต
 6. ครูควรฝึกให้นักเรียนรู้จักประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดของตน โดยนักเรียนค่อย ๆ ฝึกไปที่ละน้อย ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลาย มีอิสระ จากนั้นนักเรียนก็จะสามารถเชื่อมโยงและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2558, หน้า 203-207) ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาเมตาคognition ด้วยยุทธวิธีที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ การฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผน การฝึกให้นักเรียนสามารถกำกับควบคุม ตรวจสอบความคิดของตนเองและการฝึกให้นักเรียนสามารถประเมินการคิดของตนเองได้ ดังนี้

1. ฝึกวางแผน ประกอบด้วย

1.1 ฝึกการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยให้บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหานั้น

1.2 ฝึกการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งมีหลากหลายวิธี โดยให้นักเรียน ตัดสินใจเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสม ที่จะใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งยุทธวิธีต่าง ๆ ได้แก่ การเดาและตรวจสอบ การวาดภาพ การสร้างตาราง การสร้างรายการ การเขียนแผนภาพ การให้เหตุผล การค้นหาแบบแผนการแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม และการทำย้อนกลับ

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามยุทธวิธีที่เลือกไว้

1.4 ประเมินคำตอบที่คาดว่าจะได้ โดยวิเคราะห์เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ อย่างมีเหตุผล

2. ฝึกให้นักเรียนสามารถกำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเองได้ ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดเป้าหมายในใจ

2.2 การกำกับวิธีการ

3. การฝึกให้นักเรียนสามารถประเมินความคิดของตนเอง

3.1 ประเมินความสำเร็จความเป้าหมาย

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

3.3 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ

อัมพร ม้าคะนอง (2556, หน้า 29) ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาเมตาคognitionชั้น ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นักเรียนทำความเข้าใจงาน กิจกรรม หรือปัญหา ก่อนวางแผนและลงมือทำ

2. ในขณะที่ทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ ควรมีการตรวจสอบการทำงาน แต่ละขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง

3. ประเมินวิธีการทำงานของตนเองว่าถูกต้องหรือเหมาะสมหรือไม่ และมีวิธีที่มี ประสิทธิภาพมากกว่าวิธีที่เลือกใช้หรือไม่

4. ทบทวนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับงานที่ทำทั้งหมดก่อนที่จะส่งงาน

วัชรวิภา เล่าเรียนดี และคณะ (2560, หน้า 70) ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนา เมตาคognitionชั้นไว้ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนเชื่อมั่นในตนเองว่า นักเรียนมีความสามารถเพียงพอต่อการสร้างความสำเร็จในการเรียนรู้สำหรับตนเอง
2. ช่วยสร้างความรู้สึกเชิงบวกต่อการเรียนรู้ ห้องเรียน ครูและเพื่อนร่วมชั้น บรรยากาศ เช่นนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงขับเคลื่อนที่ทรงพลัง
3. ทำให้นักเรียนรู้สึกว่ามีเครื่องมือการเรียนรู้ (Tools) ที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดความสำเร็จในการเรียน
4. ช่วยทำให้นักเรียนมองเห็นผลของการเรียนรู้ว่ามีความสำคัญ ค่ำค่า ค่ำเวลา และความพยายามที่ได้ทุ่มเทลงไป

โดยสรุป การพัฒนาเมตาคognitionชั้น เป็นการพัฒนามาให้นักเรียนให้รู้ถึงกระบวนการคิดของตนเองด้วยยุทธวิธีที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ 1) การวางแผน เป็นการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนจะได้ตัดสินใจเลือกใช้ยุทธวิธีในการเรียนรู้ และการทำงานจากการคิดทำให้เกิดผลสำเร็จของงานที่ทำ 2) การตรวจสอบความคิด เป็นการทบทวนความเข้าใจที่มีต่อข้อมูลและผลผลิตการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในขณะนั้น 3) การประเมิน เป็นการตรวจสอบความก้าวหน้าของการเรียนรู้และการทำงานให้เกิดผลสำเร็จ

ทฤษฎีการสร้างความรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ สร้างความท้าทายให้ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด สร้างความหมายจากการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิม เป็นความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม นักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน และสามารถทำได้ดียิ่งขึ้น หากนักเรียนได้รับการสนับสนุนจากครู เพื่อนและผู้อื่นอย่างเหมาะสม จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้และขยายขอบเขตการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้

นักการศึกษาได้อธิบายความหมายเกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ ไว้ดังนี้

Jonassen (1991, pp. 138-139) ได้อธิบายว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการและวิธีการของบุคคล ในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ สมองเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่บุคคลใช้ในการแปลความหมายปรากฏการณ์ต่าง ซึ่งการแปลความหมาย

ของแต่ละบุคคลขึ้นกับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจ และภูมิหลังของแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน

Gandanidis (1994, pp. 91-96 อ้างถึงใน นพพร แหยมแสง, 2556, หน้า 45)

ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ว่า เป็นการรวมแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่หลาย ๆ แนวเข้าด้วยกัน กิจกรรมทางสติปัญญาทุกกิจกรรม จะจบลงด้วยการสร้างเสริมสิ่งใหม่สิ่งหนึ่งขึ้นมา โดยสิ่งที่สร้างขึ้นใหม่จะเชื่อมโยงเป็นเนื้อเดียวกับของเก่าที่มีอยู่

Krulik and Rundnick (2003, pp. 6-7) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ว่าเป็นทฤษฎีที่มองว่า ผู้สร้างความรู้ ไม่สามารถเรียนรู้โดยไม่ได้ลงมือกระทำ ความรู้ไม่สามารถถ่ายทอดจากคนไปหนึ่งสู่อีกคนหนึ่งได้โดยการบอก แต่ความรู้ถูกสร้างจากการลงมือกระทำ ความรู้จากประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ และมีการสะท้อนการเกิดความรู้ของนักเรียน และนักเรียนควรได้รับโอกาสในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว การสอนที่มีประสิทธิภาพควรจำเป็นต้องสร้างสิ่งแวดล้อม ที่กระตุ้นให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ ไม่ใช่แค่เรียนรู้ข้อเท็จจริงอย่างเดียว ความรู้ถูกสร้างจากตัวนักเรียนเอง การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องมีโมทศน์และความเข้าใจที่ถูกต้องก่อน การสอนตามทฤษฎีนี้ นักเรียนควรทำงานร่วมกันและควรให้โอกาสนักเรียนในการแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Llewellyn (2013, p. 66) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ว่า เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีที่บุคคลสามารถรู้ได้ว่าเรารู้อะไร มีความเชื่อตามทฤษฎีว่า ความรู้มีอยู่รอบตัวของทุกคน ไม่ว่าจะเด็กวัยรุ่นและผู้ใหญ่ การสร้างความรู้ของแต่ละคนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละคน การสะท้อนความรู้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม การสร้างความรู้ของแต่ละคนถูกสร้างภายในจิตใจหรือโครงสร้างทางสติปัญญา โดยใช้ประสบการณ์ในการพัฒนาโครงสร้างความรู้ใหม่ จุดเน้นของทฤษฎีเชื่อว่า นักเรียนเป็นผู้สร้างและเติมเต็มฐานความรู้ที่มีอยู่โดยการไตร่ตรองความคิด เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยความเข้าใจของตนเอง ดังนั้น ความหมายของการสร้างความรู้ คือ การแสวงหาความรู้จนเกิดความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าได้

ทิตนา แคมมณี (2544, หน้า 32) ได้ให้ความหมายทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ว่าเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม

อัมพร ม้าคะนอง (2546, หน้า 6) ได้ให้ความหมายทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ว่า ทฤษฎีนี้มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับนักเรียน ทฤษฎีนี้

เน้นว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยนักเรียน นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์ กับสิ่งแวดล้อมภายนอก นักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวการเรียนการสอน ตามทฤษฎีนี้ จึงเน้นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดย ครูคอยช่วยเหลือให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้และไต่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปราย กับผู้อื่น ครูมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือนักเรียนให้สร้างความรู้ได้เอง

จากความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ สรุปได้ว่า เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ ที่เชื่อว่า สมอเป็นเครื่องมือสำคัญที่เราใช้แปลความหมายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งการแปลความหมาย ของแต่ละคนแตกต่างกัน การสร้างความรู้ขึ้นอยู่กับการรับรู้ ประสบการณ์และความสนใจใน การปรับสมดุลของโครงสร้างความรู้ การสร้างความรู้ หรือความหมายของสิ่งที่รับรู้ ต้องอาศัย สื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว จากการได้คิด ลงมือปฏิบัติ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน การช่วยเหลือ การชี้แนะ การสนับสนุนและการจัดสิ่งแวดล้อม ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้เกิดการเสริมต่อความรู้ สร้างความรู้และขยาย ขอบเขตการเรียนรู้ของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) มีแนวคิดแยกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ Cognitive constructivism และ Social constructivism (ทิสนา แชมมณี, 2555, หน้า 90-93; สุรางค์ ไคว่ตระกูล, 2556, หน้า 210 และสำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558, หน้า 110-111) ดังนี้

Cognitive constructivism

Cognitive constructivism เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้กลุ่มเน้นกระบวนการรู้คิด คือ กลุ่มที่นิยมใช้ฐานแนวคิดของเพียเจต์ (Jean Piaget) เป็นผู้นำเสนอทฤษฎีนี้ โดยอธิบายว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคลในการสร้างความรู้และความหมาย ของสิ่งต่าง ๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ (Assimilation) คือ การนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ ที่ได้รับไปเชื่อมโยงอย่างกลมกลืนกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ และการปรับกระบวนการรู้คิด (Accommodation) คือ การคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการปรับความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ ให้เกิดความสมดุล (Equilibrium) และเป็นความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง การเรียนรู้ เป็นกระบวนการภายในที่แต่ละบุคคลต้องเป็นผู้สร้างด้วยตนเอง และสามารถทำได้ดียิ่งขึ้น หากได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือจากผู้อื่น

เพียเจต์ ได้จำแนกกระบวนการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพุทธิปัญญาไว้ 2 กระบวนการ (จันท์พร พรหมมาศ, 2541, หน้า 35-36; ทิศนา แหมมณี, 2555, หน้า 90-91; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2556, หน้า 48-49) คือ การจัดระบบโครงสร้าง (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) ซึ่งอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการจัดระบบโครงสร้าง (Organization) เป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้รวบรวมจัดระเบียบ เรียบเรียงประสบการณ์ ความคิดและพฤติกรรมของตนเข้าสู่ระบบเดียวกัน ซึ่งจะมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตรงที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะใช้เซนส์รับรู้เพื่อรับรู้กับสิ่งแวดล้อม แล้วนำมาสร้างภาพในใจ

2. กระบวนการปรับข้อมูล (Adaptation) เป็นกระบวนการที่นักเรียนพยายามปรับโครงสร้างทางความคิด ที่อยู่ในภาวะสมดุลให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพื่อให้เกิดภาวะสมดุล กระบวนการปรับข้อมูล ประกอบด้วย กระบวนการสำคัญ 2 กระบวนการ คือ

2.1 การซึมซับเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) เป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อตีความหรือรับเอาข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดโดยอาศัยความรู้หรือวิธีการที่มีอยู่แล้ว

2.2 การปรับโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่นักเรียนทำการสังเกตคุณสมบัติตามความจริงของวัตถุหรือสิ่งแวดล้อม แล้วปรับโครงสร้างทางความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมนั้น

ในการพัฒนาทางพุทธิปัญญา เพียเจต์ ได้นำเสนอองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการทำหน้าที่ของปัญญา ซึ่งทำให้นักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการเป็นไปได้ช้าหรือเร็วแตกต่างกัน (จันท์พร พรหมมาศ, 2541, หน้า 37-38; พรพนีย์ ชูทัย เจนจิต, 2550, หน้า 75; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2556, หน้า 49-50) แบ่งองค์ประกอบไว้มี 4 ประการ ดังนี้

1. วุฒิภาวะ (Maturation) เป็นองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของโครงสร้างร่างกายอย่างเป็นลำดับ มีส่วนสำคัญต่อการสร้างมโนทัศน์ นักเรียนจะมีความสามารถในการแสดงพฤติกรรมและการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมสูง หากนักเรียนกระทำต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ศึกษาสำรวจ ทดสอบ สังเกต และจัดรวบรวมข้อมูล นั่นคือ นักเรียนกำลังเปลี่ยนแปลงความคิดของตน

2. ประสบการณ์ (Experience) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา ทำให้บุคคลเกิดการสังสมของประสบการณ์ โดยประสบการณ์ของบุคคลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ประสบการณ์ทางกายภาพ เป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวหรือสิ่งแวดล้อมเอง นักเรียนจะรับรู้และสร้างตัวแทนความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุ

2.2 ประสบการณ์ทางตรรกศาสตร์ เป็นประสบการณ์ภายในที่เกิดขึ้น เมื่อนักเรียนใช้กระบวนการคิดเพื่อพัฒนาแบบแผนความคิดของตนเองไปสู่ลำดับขั้นสูง หรือกล่าวได้ว่าเป็นประสบการณ์ที่นักเรียนเกิดความรู้จากกระบวนการซึมซับ เข้าสู่โครงสร้างทางความคิด และการกระทำของนักเรียน ส่งผลให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางความคิด โดยไม่ได้เกิดจากวัตถุหรือสิ่งของนั้น ๆ

3. การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) เป็นการเรียนรู้จากผู้อื่น เช่น พ่อ แม่ ครู เพื่อน หรือผู้อื่นที่อยู่รอบตัวนักเรียนถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน หรือสอนนักเรียนที่พร้อมจะรับการถ่ายทอดด้วยกระบวนการการซึมซับประสบการณ์ เข้าสู่โครงสร้างทางเชาวน์ปัญญา หากไม่มีการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม นักเรียนต้องสร้างความรู้ทั้งหมดเอง ทั้งนี้ ความสามารถในการเรียนรู้จากการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม ขึ้นอยู่กับขั้นพัฒนาการทางพุทธิปัญญาของแต่ละคน

4. กระบวนการพัฒนาภาวะสมดุล (Equilibration) เป็นการควบคุมพฤติกรรมของตนเอง (Self-regulation) ซึ่งเป็นพฤติกรรมภายในของแต่ละคน เมื่อนักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) เช่น ความรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกับความรู้เดิม นักเรียนจะลดความขัดแย้งดังกล่าวโดยการรับความรู้ใหม่นั้น รับความรู้เดิมหรือสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่ ด้วยกระบวนการดังกล่าว ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนกำลังพัฒนาสมดุลทางความคิด กระบวนการพัฒนาภาวะสมดุล จึงเป็นกระบวนการควบคุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของตนเอง (Self-regulation) ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และทำให้เกิดภาวะสมดุลระหว่างประสบการณ์ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่

นอกจากนี้ เพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางพุทธิปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้น (Krutik & Runnick, 2003, pp. 4-5; จันทรพร พรหมมาศ, 2541, หน้า 39-41; ทิศนา แชมมณี, 2555, หน้า 64-65; สุรางค์ ไควตระกูล, 2556, หน้า 50-59) มีลำดับขั้นตอนต่อไปนี

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The sensory-motor stage)
2. ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ (The preoperational stage)
3. ขั้นปฏิบัติการคิดแบบรูปธรรม (The concrete operational stage)
4. ขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม (The Formal operation stage)

1. **ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The sensory-motor stage)**
 ในขั้นนี้ พัฒนาการเริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี พฤติกรรมของเด็กส่วนใหญ่มักใช้การสัมผัส และทักษะกับการเคลื่อนไหว เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การดูด การจับ เป็นต้น เด็กในวัยนี้แสดงให้เห็นว่า มีสติปัญญาด้วยการกระทำ เด็กสามารถสร้างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุที่มองเห็น เริ่มมีการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก และใช้การลองผิดลองถูกเพื่อแก้ปัญหาได้ และเริ่มมีการคิด
2. **ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ (The preoperational stage)** ในขั้นนี้ พัฒนาการเริ่มตั้งแต่อายุ 2-7 ปี เป็นขั้นที่เด็กเริ่มมีพัฒนาการทางการใช้ภาษา เด็กมีการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น เด็กเริ่มมีพัฒนาการคิดเกี่ยวกับสัญลักษณ์ สามารถจัดกลุ่มโดยอาศัยคุณสมบัติของวัตถุเป็นเกณฑ์ได้ แต่ยังไม่สามารถคิดกลับไปกลับมาหรือคิดย้อนกลับได้ และไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นหรือความรู้สึกของผู้อื่นได้
3. **ขั้นปฏิบัติการคิดแบบรูปธรรม (The concrete operational stage)** ในขั้นนี้ พัฒนาการเริ่มตั้งแต่อายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่เด็กสามารถเรียนรู้จากกิจกรรมการกระทำต่าง ๆ และปฏิบัติได้ดี ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้ มีเหตุผลและแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ เด็กมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจำแนกประเภทสิ่งต่าง ๆ ที่เหมือนกันหรือไม่เหมือนกัน และสามารถจัดเข้ากลุ่มได้ (Classification) และเรียงลำดับ (Seriation) สามารถมองวัตถุได้ 2 ลักษณะพร้อม ๆ กัน คือ ขนาดและน้ำหนัก หรือขนาดและปริมาตร เด็กวัยนี้ สามารถคิดย้อนกลับได้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขก็เพิ่มขึ้น แต่การเรียนรู้ของเด็กในขั้นนี้ ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เด็กจะไม่สามารถเข้าใจหรือเกิดจินตนาการในสิ่งที่เป็นนามธรรม
4. **ขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม (The formal operation stage)** ในขั้นนี้ พัฒนาการเริ่มตั้งแต่อายุ 11-15 ปี และต่อเนื่องจนถึงวัยผู้ใหญ่ ขั้นนี้ ถือเป็นพัฒนาการขั้นสูงสุดของพัฒนาการความคิด เด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ เด็กสามารถแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยการคิดหาเหตุผลที่นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ ใช้การคิดลำดับขั้นสูง ในการสร้างความรู้ สามารถคิดได้อย่างนักวิทยาศาสตร์ เช่น สร้างสมมติฐาน ดำเนินการและควบคุมการสืบสอบ และหาความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับทฤษฎี เด็กสามารถคิดเกี่ยวกับอัตราส่วนและสัดส่วนความเป็นไปได้ ตลอดจนสามารถสร้างและเข้าใจเกี่ยวกับการอธิบายที่ซับซ้อนที่เกี่ยวกับการอนุมานเหตุผล ลักษณะสำคัญของพัฒนาการเด็กในขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม คือ การพัฒนาการให้เหตุผลในสิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งสามารถสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์

ของมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม และสามารถคิดเชิงภาพรวม เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ ในสถานการณ์ที่มีหลายองค์ประกอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการคิดแบบนามธรรม

จากแนวคิด Cognitive constructivism สรุปได้ว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคล เกิดจากการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และมีการปรับโครงสร้างความรู้และประสบการณ์เดิม ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับเข้ามาใหม่ให้เกิดการปรับตัวจนเกิดภาวะสมดุลทางปัญญา โดยการพัฒนาทางสติปัญญาของแต่ละบุคคล จะแตกต่างกันไปตามวุฒิภาวะ ประสบการณ์และการได้รับการถ่ายทอดทางสังคม

Social constructivism

Social constructivism เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้กลุ่มเน้นกระบวนการทางสังคม มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีวิวัฒนาการเชิงสังคมของ Vygotsky ซึ่งถือว่า วัฒนธรรมและสังคม มีผลต่อการพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคล ดังนั้น สถาบันทางสังคมต่าง ๆ จะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละบุคคล และภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาสติปัญญาขั้นสูง โดย Vygotsky (ทึศนา เขมมณี, 2555, หน้า 90-93; สุรางค์ ไคว้ตระกูล, 2556, หน้า 61) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคล ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้ของบุคคลจะตั้งอาศัยสื่อกลาง (Mediation) ในการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.1 ภาษา (Language) เมื่อเด็กมีพัฒนาการมากขึ้น ความคิดกับภาษาจะมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น โดยความคิดจะถูกแสดงให้เห็นออกมาผ่านทางภาษา ซึ่งภาษาที่แสดงออกมา ก็จะมีความเป็นเหตุเป็นผลกันมากขึ้น ดังนั้น ภาษาจึงเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความคิดของเด็ก และขณะเดียวกันเด็กก็พัฒนาภาษาโดยผ่านทางความคิดด้วยเช่นกัน

1.2 ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) การที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับพ่อแม่ ครู และคนอื่น ๆ จะช่วยให้เด็กได้สร้างความรู้และสามารถเรียนรู้ได้อย่างไม่มีขีดจำกัด ขึ้นอยู่กับบริบททางสังคม ที่จะเอื้อให้เด็กเกิดปฏิสัมพันธ์กับบุคคลรอบข้าง ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนอย่างน้อยเพียงใด

1.3 วัฒนธรรม (Culture) เด็กจะปรับเปลี่ยนความคิดความเข้าใจไปตามประสบการณ์ที่ได้จากสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง จนกระทั่งสร้างความรู้ขึ้นมาซึ่ง จะทำให้เด็กมีการพัฒนาในระดับที่สูงขึ้น แต่ละวัฒนธรรมจะถ่ายทอดลักษณะเฉพาะของความเชื่อและค่านิยมในวัฒนธรรมนั้นไปสู่เด็ก ๆ ทำให้เขาเห็นว่า เขาคิดอะไร และควรทำอย่างไรจึงจะเหมาะสม

1.4 การเลียนแบบ (Imitation) บทบาทของการเลียนแบบ มีความสำคัญต่อ

การเรียนรู้และพัฒนาการ โดยเป็นการที่เด็กสร้างความเข้าใจขึ้นภายในตนเอง อันเป็นการขยายสิ่งที่เรียนรู้แล้วไปสู่การเรียนรู้ใหม่ เด็กอาจจะยังไม่เข้าใจได้ในขณะนั้น แต่ถ้าได้ทำซ้ำหลายครั้ง เด็กก็จะได้เรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป

1.5 การชี้แนะหรือการช่วยเหลือ (Guidance or assistance) เป็นการร่วมมือทางสังคม ที่สนับสนุนให้ความรู้ความเข้าใจของเด็กให้ได้รับการพัฒนา โดยเน้นไปที่การมีบุคคลที่มีความรู้ความสามารถที่มากกว่าให้ความช่วยเหลือในสถานการณ์การเรียนรู้นั้น ๆ หรือก็คือ การเสริมต่อการเรียนรู้ตนเอง

2. การขยายขอบเขตการเรียนรู้ (The zone of proximal development) หรือเรียกว่า ZPD ซึ่งเป็นขอบเขตระหว่าง 2 สิ่ง คือ ขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้ด้วยตนเองโดยอิสระ กับอีกขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้เช่นกัน แต่ต้องได้รับชี้แนะ ช่วยเหลือในการเรียนรู้ หรือการทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญกว่าในเรื่องนั้น ๆ เพื่อลดช่องว่างระหว่างระดับพัฒนาการทางความรู้ที่เด็กมีอยู่ในขณะนั้น ซึ่งจะส่งผลให้เด็กสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ในเวลาต่อมา

3. การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) เป็นการให้ความช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ การแก้ปัญหา หรือการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเด็กไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะไปกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการในตัวของเด็กช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จ เอื้ออำนวยให้เด็กสามารถสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เด็กที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้ตามลำพัง ให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้น โดยอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับการขยายขอบเขตการเรียนรู้ (The zone of proximal development) ของ Vygotsky

จากแนวคิด Social constructivism สรุปได้ว่า วัฒนธรรมและสังคมมีผลต่อการพัฒนาทางสติปัญญาของบุคคล โดยการเรียนรู้ผ่านสื่อกลาง เช่น ภาษา กิริยาท่าทาง ฯลฯ และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม สถาบันทางสังคมต่าง ๆ จะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละบุคคล การได้รับการชี้แนะ ช่วยเหลือ หรือทำงานร่วมกับผู้อื่น ที่มีความชำนาญมากกว่า ก็จะทำให้นักเรียนเกิดการเสริมต่อการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้และนำไปสู่การขยายขอบเขตการเรียนรู้ของตนเองได้

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นทั้ง 2 แนวทาง คือ Cognitive constructivism และ Social constructivism ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดสำคัญในการสร้างกระบวนการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการเชื่อมโยงความรู้ การปรับโครงสร้างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ที่ขัดแย้งกัน ทำให้เกิดความสมดุล ส่งผลให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง
2. การเรียนรู้เกิดขึ้น ในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามบริบทของสภาพแวดล้อม สังคมและวัฒนธรรม โดยอาศัยสื่อกลาง เช่น ภาษา กิริยาท่าทาง ฯลฯ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้ที่นักเรียนมีอยู่ทำให้เกิดความรู้ขึ้นมาใหม่
3. การเรียนรู้เป็นกระบวนการภายในของนักเรียนที่แต่ละคนสร้างขึ้น การชี้แนะ การสนับสนุน และการให้ความช่วยเหลือจากครู เพื่อนและผู้ที่มีความชำนาญมากกว่า ก็จะทำให้นักเรียนเกิดการเสริมต่อการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ และนำไปสู่การขยายขอบเขตการเรียนรู้ของตนเองได้

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ทีศนา เขมมณี (2555, หน้า 94-95) ได้กล่าวถึง การนำทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ผลของการเรียนจะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ เป็นการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. เป้าหมายของการสอน จะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้นักเรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริง
3. นักเรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว โดยเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริง โดยอาจจัดกิจกรรมที่เรียกว่า “Physical knowledge activities” ซึ่งเน้นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริง และมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน นักเรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สัมผัส วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น
4. ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม ให้เกิดขึ้น เพื่อให้ นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้บรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคม ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด

และประสบการณ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียน
ซับซ้อนและหลากหลายมากขึ้น

5. ในการเรียนการสอนนักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Devries, 1992, pp.1-2 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2555, หน้า 95) โดยนักเรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น นักเรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม (Devries, 1992, pp. 3-6 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2555, หน้า 95) คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือ นักเรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้สร้างความรู้” บทบาทของครู ก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่นักเรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับ ความสนใจของนักเรียน ดำเนินกิจกรรมให้ไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียน ให้ คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่นักเรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มี ปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ ครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตย และมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับนักเรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน (Jonassen, 1992, pp. 137-1476 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2555, หน้า 95) เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ด้วยตนเองนี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ ที่เกิดขึ้น จึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้น การประเมินผล จึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “Goal free evaluation” ซึ่งก็หมายถึง การประเมินตามจุดมุ่งหมาย ในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า “Socially negotiated goal” และการประเมิน ควรใช้วิธีการ หลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) รวมทั้ง การประเมิน ตนเองด้วย นอกจากนี้ การวัดผลจำเป็น ต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรมและงานที่เป็นจริง ก็สามารถทำได้ แต่เกณฑ์ ที่ใช้ ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง (Real world criteria) ด้วย

อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 34-35) กล่าวถึง บทบาทของครูในการสอนคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังนี้

1. การสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์กับนักเรียน
2. การทำกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมาย
3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
4. การจัดสิ่งแวดล้อมทางคณิตศาสตร์เท่าที่เป็นไปได้
5. ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่จะสอนให้นักเรียน
6. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จะสอนให้นักเรียน
7. การส่งเสริมการไตร่ตรองและการได้มาซึ่งความรู้ ในบริบทของกิจกรรม

ทางคณิตศาสตร์ที่มีจุดมุ่งหมาย

8. การกระตุ้นให้นักเรียนสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์
9. การทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและการช่วยให้เรียนได้คงทน
10. การสื่อสารกับนักคณิตศาสตร์ศึกษาอื่น ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

รัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560, หน้า 144) ได้เสนอแนวคิดในการนำแนวคิดทฤษฎี

การสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. จัดสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างความสนใจ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด และปฏิบัติ กล่าวคือ กล่าวตอบ กล่าวอธิบาย และแสดงความคิดเห็น
2. พยายามใช้ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้จริง ของจริง และการร่วมปฏิบัติจริง หรือให้ ตัวอย่างสถานการณ์จริงด้วยภาพ ด้วยสื่อ หลีกเลี่ยงการอธิบายที่มากเกินไป เพื่อให้นักเรียน มีโอกาสคิด
3. จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด คิดอย่างมีการวิจรรณญาณ การคิดไตร่ตรอง อย่างสม่ำเสมอตลอดกิจกรรมการเรียน
4. ตรวจสอบความเข้าใจประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน ให้ความรู้ ข้อมูล ที่จำเป็นสำหรับการสืบค้น เพื่อสร้างความเข้าใจกับเรื่องใหม่ที่จะเรียน
5. จัดกลุ่มนักเรียนหลาย ๆ แบบ ให้นักเรียนร่วมมือกันเรียน ให้ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการสืบค้น เพื่อสร้างความเข้าใจกับเรื่องใหม่ที่จะเรียน
6. จัดและประเมินผลการเรียนตลอดกระบวนการเรียนรู้ และใช้วิธีวัดและประเมินผล ที่หลากหลายเหมาะสม

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน สรุปได้ว่า เป้าหมาย การเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตัว โดยนักเรียนเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับ

สิ่งนั้นด้วยตนเอง นักเรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับบุคคลอื่น ยอมรับความคิดเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน และครูมีบทบาทเป็นผู้ให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” คือ เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้สร้างความรู้” บทบาทของครู ก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจ จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้กล้าคิด กล้าตอบ กล้าอธิบายและแสดงความคิดเห็น และดำเนินกิจกรรมให้เป็นที่ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียน ส่งเสริมการคิดอย่างมีการวิจรรณญาณ และคิดไตร่ตรองอย่างสม่ำเสมอ การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ควรใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายและมีความยืดหยุ่น และการวัดผลควรจัดสถานการณ์ที่เสริมต่อความรู้ ให้นักเรียนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรมและงานที่ใช้ในโลกของความเป็นจริงด้วย

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ขึ้นอยู่กับความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องที่เราเรียนได้อย่างถูกต้อง การที่นักเรียนจะมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้นั้น นักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการคิด การเชื่อมโยงความรู้และสรุปออกมาเป็นความเข้าใจของตนเอง

ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ มีความหมายเดียวกับคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า Conceptus หรือ Concipere (Conceive) ซึ่งมีคำในภาษาไทยคำอื่น ๆ ที่ใช้ความหมายเดียวกัน เช่น มโนภาพ มโนมติ สังกัป หรือ ความคิดรวบยอด ซึ่งความหมายของมโนทัศน์ ได้มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ ดังนี้

Gagne (1977, p. 182) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจขั้นสุดท้ายของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้นมาจัดกลุ่ม หรือเป็นประเภท ทำให้เกิดความคิด ความเข้าใจโดยสรุป

Bruner (1978, p. 244) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งของ การกระทำ หรือความคิด ซึ่งได้มาจากการจัดสิ่งเหล่านั้น ให้เป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยคุณลักษณะเป็นเกณฑ์

Cangelosi (1996, p. 80) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปได้จากข้อเท็จจริง และจัดกลุ่มสิ่งที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน หรือเหมือนกันเข้าด้วยกัน

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545, หน้า 3-4) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพในความคิดที่เปรียบเสมือน “ภาพตัวแทน” หมวดหมู่ของวัตถุ สิ่งของ แนวคิดหรือปรากฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะทั่ว ๆ ไปคล้ายกัน

พรพนีย์ ชูทัย เจนจิต (2550, หน้า 240-241) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถที่นักเรียนจะมองเห็นความเหมือนของสิ่งเร้า และสามารถ จัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกันไว้เป็นพวกเดียวกันได้ นั่นคือ การเรียนรู้ลักษณะที่แยกสิ่งของ การกระทำ หรือความคิดออกเป็นประเภทต่าง ๆ เช่น เรียนมโนทัศน์สัตว์บก ก็คือ การเรียนรู้ ลักษณะที่แยกสัตว์บกออกจากสัตว์อื่น ๆ

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2556, หน้า 327) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นคำที่เป็นนามธรรม ใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะที่สำคัญหรือวิฤต เป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น คำว่า “นก” เป็นคำที่ใช้แทนสัตว์จำพวกหนึ่งที่มีลักษณะวิฤต 3 อย่าง คือ สัตว์นั้นจะต้องมีปีก ขน และบินได้ แม้วานกในโลกจะมีหลายร้อยชนิด แต่คนเราสามารถที่จะมีความคิดรวบยอด “นก” ในการสื่อความหมาย หรือเป็นรากฐานของความคิดดังกล่าว นั่นคือ มีปีก มีขน บินได้

ปฏิมาภรณ์ ธรรมเดชะ (2558, หน้า 20) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปรวบยอดได้จากข้อเท็จจริง เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ มีลักษณะเป็นคำหรือกลุ่มคำ ที่บอกลักษณะสำคัญของสิ่งนั้นที่ขาดไม่ได้ บุคคลที่มีมโนทัศน์ในเรื่องใด ๆ จะต้องอธิบาย หรือใช้ตัวอย่างประกอบ เพื่อแสดงความเข้าใจในเรื่องนั้นได้

สิริพร ทิพย์คง (2558, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ผลสรุปความคิดและความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกต การรับรู้ ประสบการณ์ ทำให้สามารถจัดกลุ่มสิ่งที่มีลักษณะเดียวกัน หรือเหมือนกันเข้าด้วยกัน และจำแนกสิ่งที่แตกต่างกันได้

วินัย คำสุวรรณ (2558, หน้า 15) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การที่นักเรียนสร้างรูปลมโนทัศน์ขึ้น โดยตัวนักเรียนเอง รูปลมโนทัศน์ คือ การรวมตัวของ ภาพที่อยู่ในความคิด การนิรูปล (Representations) หรือ การสื่อแทนข้อความ และคำอธิบาย สมบัติบางประการ ที่สัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องการเชื่อมโยง โดยนักเรียนต้องนำสารสนเทศใหม่ กับประสบการณ์เดิมรวมเข้าด้วยกัน

วิชา เล่าเรียนดี และคณะ (2560, หน้า 113) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง คำจำกัดความ ความหมาย หรือแนวคิดที่แสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับ ลักษณะร่วมของวัตถุสิ่งของเหตุการณ์ และความคิดที่เป็นผลจากประสบการณ์เดิมกับ ประสบการณ์ใหม่ ดังนั้น บุคคลที่มีทักษะในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept skill) ก็จะสามารถสร้างคำพูดที่เป็นนามธรรมมาเป็นรูปธรรม สามารถทำให้สิ่งที่ป็นนามธรรม เป็นสิ่งที่ ชัดเจนเข้าใจง่าย หรือสามารถทำให้สิ่งที่ไม่ชัดเจน ให้ป็นสิ่งที่ชัดเจน เฉพาะเจาะจง เข้าใจง่ายได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง คำจำกัดความ ความหมาย ข้อเท็จจริง ที่เกิด จากผลของความคิด ความเข้าใจที่สรุปได้จากจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับ เรื่องนั้น ๆ ทำให้สามารถจัดกลุ่มสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันหรือเหมือนกัน เข้าด้วยกัน และจำแนกสิ่งที่ แตกต่างกันได้ และบุคคลที่มีมโนทัศน์ในเรื่องใด ๆ จะสามารถอธิบายหรือใช้ตัวอย่างประกอบ เพื่อแสดงความเข้าใจในเรื่องนั้นได้ชัดเจน

นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่าน ได้ให้ความหมาย ของคำว่า มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

Wilson (1971, p. 645) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมาย ของสิ่งที่ได้รับจากการเรียน ตามความเข้าใจของตนเอง และนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนแล้ว มาสร้างความสัมพันธ์กัน

Good (1959, p. 118) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใด เรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในด้านการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน รวมไปถึงการให้เหตุผลอย่างมีระบบ หรือรูปร่างลักษณะภายนอกของสิ่งของ อันเกิดจาก การสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ แล้วนำลักษณะนั้นมาประมวลเข้าด้วยกัน เป็นข้อสรุป ทางคณิตศาสตร์

Cooney, Davis and Henderson (1975, p. 85) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์

ที่ได้เรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปแบบหรือความหมายเรื่องนั้น เช่น การมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน คือ นักเรียนสามารถบอกนิยามของฟังก์ชันได้

Toumasis (1995, p. 98) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กัน และไม่สัมพันธ์กันได้

Cangelosi (1996, pp. 80-81) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า สิ่งใดก็ตามที่จัดเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ สิ่งนั้นต้องมีสมบัติเฉพาะที่สำคัญที่นักเรียนสามารถนำสมบัติที่สำคัญนั้น เป็นเกณฑ์ในการจำแนกว่าอะไรเป็นอะไร หรืออะไรไม่เป็นพวกเดียวกับสิ่งนั้น

อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 5) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุหรือเหตุการณ์ว่า เป็นตัวอย่าง หรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์การเท่ากัน มโนทัศน์ของการเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะของสามเหลี่ยม เป็นต้น

สิริพร ทิพย์คง (2558, หน้า 5) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต การคิด การรับรู้ ด้วยประสาทสัมผัส และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถสรุปเป็นความหมายหรือบทนิยามของเรื่องนั้น ๆ

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2559, หน้า 41) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่สรุปจากลักษณะสำคัญร่วมกัน ซึ่งแสดงถึงความคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนได้ดำเนินการจนเกิดการเรียนรู้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความหมายทางคณิตศาสตร์ หลักการ รูปแบบความสัมพันธ์และบทนิยามต่าง ๆ ซึ่งเป็นความรู้คณิตศาสตร์ที่เกิดจากการคิด ความเข้าใจ และนำความรู้สรุปเป็นความคิดรวบยอดของเรื่องนั้น ๆ

ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ ดังนี้

Ausubel (1968, p. 505) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในสังคม เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นด้านความคิด

การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ต้องอาศัย เครื่องกรองที่เป็นมโนทัศน์มาก่อนทั้งสิ้น

สำหรับความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้อธิบายไว้ได้ ดังนี้ Cooney, Davis and Henderson (1975, pp. 89-90) ได้อธิบายความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. มโนทัศน์ช่วยในการให้เหตุผล เช่น นักเรียนมีมโนทัศน์ เรื่อง จำนวนตรรกยะ ก็จะสามารถบอกได้ว่าจำนวนหนึ่ง ๆ เป็นจำนวนตรรกยะหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น
2. มโนทัศน์ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้
3. มโนทัศน์จะทำให้ค้นพบความรู้ใหม่

กล่าวโดยสรุป ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสรุปความรู้ ความเข้าใจ ที่เป็นความหมายข้อเท็จจริงของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ ได้ โดยที่นักเรียนสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในการสื่อความหมายระหว่างกัน การคิดหาเหตุผล การแก้ปัญหา การตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถอธิบายและสรุปความหมายของความคิดรวบยอดนั้นได้ จากความรู้ความเข้าใจของตนเองด้วยภาษาของตนเองได้

การพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องหนึ่ง ๆ ลึกซึ้งตามวัยและระดับชั้น ซึ่งนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงการพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

Tennyson and Cocchiarella (1986 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคอง, 2546, หน้า 15)

กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อครูใช้การสอน ดังนี้

1. ครูให้ตัวอย่าง
2. นักเรียนพิจารณาตัวอย่าง
3. นักเรียนบอกลักษณะของมโนทัศน์
4. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปมโนทัศน์
5. นักเรียนฝึกหัด

Cangelosi (1996, p. 86) อธิบายเกี่ยวกับการพัฒนามโนทัศน์ว่า มีด้วยกัน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเรียงและจัดประเภท ในขั้นนี้ ครูนำเสนองานให้นักเรียนเกี่ยวกับงานที่ต้องการให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ ครูเป็นผู้จัดกิจกรรม สภาพแวดล้อมและให้คำแนะนำ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง
2. ขั้นสะท้อนผลและอธิบาย ในขั้นนี้ นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ที่นักเรียนได้จากการทำกิจกรรม ครูทำหน้าที่กระตุ้นนักเรียนด้วยคำถาม เพื่อให้ให้นักเรียนคิดและทำความเข้าใจมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น
3. ขั้นสรุปและต่อยอด ในขั้นนี้ นักเรียนสรุปมโนทัศน์เพื่อสร้างค่านิยม โดยที่ไม่จำเป็นต้องพูดชื่อของมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง
4. ขั้นตรวจสอบและปรับปรุง ในขั้นนี้ เป็นการตรวจสอบมโนทัศน์ โดยการทดสอบความรู้ของนักเรียน และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบเพื่อปรับปรุงมโนทัศน์ที่ต้องการ

Lasley and Matczynski (1997 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 14-15) เสนอว่า การพัฒนามโนทัศน์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การผลิตข้อมูล (Data generation) เป็นขั้นผลิตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะสร้าง ข้อมูลอาจมาจากนักเรียน ครู หรือจากทั้งนักเรียนและครู ในขั้นนี้ ครูต้องทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้นี้ เป็นสิ่งที่ต้องการนำไปสู่มโนทัศน์หรือไม่ และเพียงพอหรือยัง มีสิ่งใดที่ต้องการเพิ่มเติม สิ่งใดที่ควรตัดออก
2. การจัดกลุ่มข้อมูล (Data grouping) ในขั้นนี้ นักเรียนจะเป็นผู้จัดข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางมโนทัศน์เข้าด้วยกันตามการรับรู้ของตนเอง ครูต้องเตือนนักเรียนให้นิยมหรืออธิบายให้ได้ว่า ใช้เกณฑ์ หรือหลักการใดในการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์หรือหลักการนี้ ควรถูกกำหนดก่อนดำเนินการจัดกลุ่ม เพื่อที่จะแยกข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีลักษณะตามมโนทัศน์ และกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามมโนทัศน์
3. การขยายความประเภข้อมูล (Expanding the category) ในขั้นนี้ ครูจะทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่มและดูว่า นักเรียนคิดอย่างไรในกระบวนการจำแนก โดยอาจให้นักเรียนอธิบายหน้าชั้นเรียนหรือเขียนบนกระดานดำ ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้อง การอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภท เป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริง และความสัมพันธ์ของคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูล ครูควรช่วยเพิ่มเติมและขยายความเข้าใจของนักเรียนให้ชัดเจนขึ้น

4. การสรุปปิด (Closure) ในขั้นนี้ ครูอาจให้นักเรียนอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ภายในประเภทเดียวกัน เกี่ยวข้องกันอย่างไร หรือให้สร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ภายในประเภทเดียวกัน หรือให้สรุปความหมายของประเภทที่จัด และสร้างโครงข่ายความสัมพันธ์ต่าง ๆ การดำเนินการเหล่านี้ เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูง ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จนสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

ทิตินา แชมมณี (2547) ได้เสนอว่า การพัฒนามโนทัศน์ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. สังเกต โดยให้นักเรียนรับข้อมูลและศึกษาวิธีการต่าง ๆ โดยใช้สื่อประกอบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการกำหนดเฉพาะด้วยตนเอง
2. จำแนกความแตกต่าง ให้นักเรียนบอกข้อแตกต่างของสิ่งที่รับรู้และให้เหตุผลในความแตกต่างนั้น
3. หาลักษณะร่วม นักเรียนมองเห็นความเหมือนในภาพรวมของสิ่งที่รับรู้และสรุปเป็นวิธีการ หลักการ คำจำกัดความ หรือนิยาม
4. ระบุชื่อมโนทัศน์ นักเรียนได้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่รับรู้
5. ทดสอบและนำไปใช้ นักเรียนได้ทดลอง สังเกต ทำแบบฝึกหัด ปฏิบัติ เพื่อประเมินความรู้

สิริพร ทิพย์คง (2558, หน้า 5) ได้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนการเรียนรู้มโนทัศน์ ดังนี้

1. การเรียนรู้เริ่มจากการรับรู้ โดยอาศัยประสาทสัมผัส “ตา” ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ร้อยละ 80 และประสบการณ์ของนักเรียนจากสิ่งที่นักเรียนได้เห็น ได้ยิน ได้สัมผัส และได้เรียนรู้มาก่อน โดยครูอาจยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง
2. นักเรียนจะนำความรู้จากประสบการณ์เดิมมาใช้ในการคิดวิเคราะห์ แยกแยะความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่งที่ได้รับ
3. นักเรียนพิจารณาและคิดถึงลักษณะที่ร่วมกันของสิ่งเร้านั้น
4. นักเรียนตั้งสมมติฐานว่า มโนทัศน์ คืออะไร
5. นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้น
6. นักเรียนเลือกสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มของสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน ถ้าถูกต้องก็คงสมมติฐานนั้นไว้ ถ้าไม่ถูกต้อง ก็กลับไปสังเกตและคิดตั้งสมมติฐานใหม่ จนกว่าจะถูกต้อง

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หนึ่ง ๆ ลึกซึ้งตามวัยและระดับชั้น ซึ่งการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย การสัมผัส การรับรู้ การจำ การคิดวิเคราะห์ การแยกแยะ การคิดหาเหตุผลเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ ในสิ่งที่เกิดขึ้นจนสามารถสรุปเป็นข้อเท็จจริงของความคิดรวบยอดนั้นได้

การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียน มีความสำคัญที่จะทำให้ครูทราบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือไม่ ซึ่งการวัดและประเมินผลมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

Wilson (1971, pp. 645-696 อ้างถึงใน พร่อมพรรณ อุดมสิน, 2544) กล่าวว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ (Comprehend) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาแล้ว มาสัมพันธ์กับปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถในการแปลความ ตีความและขยายความ โดยที่ความรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอนตามความเข้าใจของตนเอง และรู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ออกมาแล้ว มาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง หรืออาจกล่าวได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นเซตของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

Frazer, Fredick and Klausmie (1969, pp. 218-244) ได้เสนอว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องวิเคราะห์มโนทัศน์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด ก่อนทำการออกข้อสอบให้ตรงกับมโนทัศน์ที่ได้วิเคราะห์ไว้ เช่น การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของรูปสี่เหลี่ยม โดยทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยม ดังตัวอย่าง การวิเคราะห์มโนทัศน์

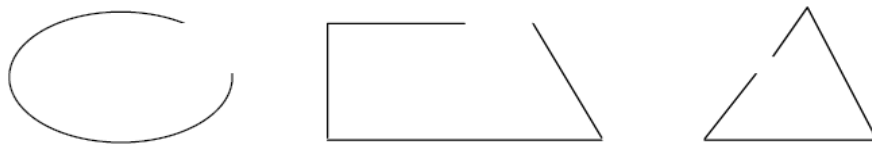
1. ชื่อมโนทัศน์ คือ รูปสี่เหลี่ยม
2. ลักษณะที่เป็นเกณฑ์ 3 รูปปิด ที่อยู่ในแนวระนาบมี 2 มิติ และมี 4 ด้าน หรือ 4 มุม
3. ลักษณะที่ไม่เป็นเกณฑ์ ขนาดของด้าน การขนานกันของด้าน ขนาดของรูป

การพลิกรูป

4. ตัวอย่างมโนทัศน์



5. ตัวอย่างที่ไม่ใช่มนัทศน์



6. นิยามของมนัทศน์: รูปปิดในระนาบที่ประกอบด้วยด้าน 4 ด้าน

7. มนัทศน์ที่กว้างกว่า: รูปหลายเหลี่ยม

8. มนัทศน์ร่วม: รูปสามเหลี่ยม รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม

9. มนัทศน์ย่อย: รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

10. การนำมนัทศน์ไปสู่หลักการ: เส้นรอบรูปของสี่เหลี่ยม คือ ผลบวกของความยาว
ของด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยม

ตัวอย่างข้อสอบมนัทศน์

ข้อใดต่อไปนี้เป็นรูปปิด



กล่าวโดยสรุปได้ว่า การวัดมนัทศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมนักเรียน
ด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ ซึ่งการวัดจำเป็นต้องวิเคราะห์มนัทศน์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์
ที่ต้องการวัดแล้วจึงทำการออกแบบทดสอบให้ตรงกับมนัทศน์ที่ได้วิเคราะห์ไว้

การรับรู้ความสามารถของตนเอง

การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญประการหนึ่ง ที่มีผลต่อการรับรู้ ความเชื่อหรือความมั่นใจในความสามารถของตนเองว่า ตนเองมีความสามารถ ในการจัดการหรือดำเนินการต่าง ๆ ให้ตนเองเกิดความสำเร็จตามที่มุ่งหวังได้

ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการรับรู้ ความสามารถของตนเอง สรุปได้ดังนี้

Bandura (1997, p. 3) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตน (Self-Efficacy) เป็นความเชื่อของบุคคลในความสามารถของตนเองว่า ตนเองสามารถทำงานหนึ่ง ๆ ให้สำเร็จได้หรือไม่โดยเป็นตัวกำหนดถึงระยะเวลา ระดับความอดทน ระดับความพยายาม และการแสดงออกเมื่อพบสถานการณ์ที่ท้าทาย การที่บุคคลจะกระทำพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่งได้สำเร็จหรือไม่นั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะที่บุคคลมีอยู่เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความเชื่อที่บุคคลมีต่อตนเองว่า ตนเองมีความสามารถหรือไม่มีความสามารถในการกระทำดังกล่าว

Schulz and Schultz (1998a, p. 397 อ้างถึงใน จันทรพัร พรหมมาศ และคณะ, 2560, หน้า 38) ได้ให้ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเองว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลว่า ตนเองมีศักยภาพเพียงพอ และมีความสามารถที่จะแก้ปัญหาในชีวิตตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Schunk (2014, p. 112) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ที่จะกระทำพฤติกรรมตามความสามารถที่มีอยู่ ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถและทักษะของตนเองออกมา เป็นการกระทำตามระดับความสามารถที่มีอยู่ ดังนั้น การรับรู้ความสามารถของตนเอง จึงเป็นความมั่นใจของบุคคลที่คาดหวังว่า สิ่งที่ต้องการทำหรือปฏิบัติ จะเกิดความสำเร็จและผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

Thompson (2007, p. 70) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ที่มีในการปฏิบัติงานที่กำหนด หรือบุคคลแสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานให้สำเร็จ และความสำเร็จขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ที่บุคคลรับรู้ และเลือกแสดงออกพฤติกรรมนั้น

Ramdass (2009, p. 12) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง หมายถึง ความเชื่อหรือความเชื่อมั่นว่า การที่บุคคลจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ นั้น ต้องใช้ทักษะและความเชื่อที่บุคคลมีต่อตนเองว่า ตนเองมีความสามารถในการกระทำดังกล่าว

สุพรรณี คำนันท์ (2552, หน้า 59) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง หมายถึง การที่บุคคลมีการรับรู้ เข้าใจ และมั่นใจในสิ่งที่ตนเองสามารถกระทำได้และทำให้บุคคลนั้น แสดงพฤติกรรม ความคิดของตนออกมาและทำให้มีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการกระทำในสิ่งนั้น ๆ เพื่อให้ประสบความสำเร็จตามที่ตนคาดหวังไว้ ซึ่งหมายถึง หากนักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูง ย่อมมีแนวโน้มว่านักเรียนจะสามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้นได้ประสบความสำเร็จ

จากความหมายการรับรู้ความสามารถของตนเองข้างต้น สรุปได้ว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นความเชื่อหรือความรู้สึกส่วนบุคคลที่มีต่อการรับรู้และการเข้าใจในสิ่งที่ตนเองสามารถกระทำได้ โดยตนเองสามารถประเมินได้ว่าตนเองนั้น ประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งมีผลต่อความตั้งใจและความมุ่งมั่นในการพยายามกระทำสิ่งนั้น ๆ เพื่อให้ตนเองบรรลุผลสำเร็จที่คาดหวังไว้

นอกจากนี้ มีผู้สนใจได้ให้ความหมายการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Champion (2010, p. 32) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ เป็นการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ที่ได้เชื่อมโยงความรู้ในการทำงานทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายในการหาผลลัพธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ รวมถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเพียรพยายามในการเรียนคณิตศาสตร์

คำเผย พิภักดวงศ์ (2551, หน้า 18) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนมีความคิด ความเชื่อเกี่ยวกับตนเองในเรื่องความสามารถในการคิดคำนวณ และแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเกิดจากกระบวนการเก็บข้อมูล ตีความและแปลความหมาย โดยแสดงออกในลักษณะของความคาดหวังถึงผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และความพยายามในการเรียนคณิตศาสตร์

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การรับรู้และมีความเชื่อมั่นในความรู้คณิตศาสตร์ของตนเอง ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถของตนเองในการคิด การใช้ และการตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้คณิตศาสตร์อธิบายทำนายและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง

Bandura (1977 อ้างถึงใน จันทิพร พรหมาศ และคณะ, 2560, หน้า 39) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองไว้ดังนี้

1. ประสบการณ์ที่ประสบความสำเร็จ (Mastery experiences) เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง เนื่องจากเป็นประสบการณ์ตรงของบุคคล ความสำเร็จทำให้บุคคลเพิ่มความสามารถของตนเอง จึงจำเป็นที่จะต้องฝึกให้บุคคลมีทักษะเพียงพอที่จะประสบความสำเร็จได้ พร้อมกับการทำให้บุคคลรับรู้ว่ามีความสามารถที่จะกระทำพฤติกรรมนั้น ซึ่งช่วยให้บุคคลได้ใช้ทักษะที่ได้รับนั้นอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. การใช้ตัวแบบ (Modeling) การได้เห็นประสบการณ์ของผู้อื่น แสดงพฤติกรรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันแล้ว จะทำให้บุคคลรับรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเองเพิ่มขึ้น หากว่าบุคคลสามารถทำสิ่งนั้นอยู่ก่อนแล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับผู้อื่น และบุคคลจะต้องบอกตนเองว่า ผู้อื่นสามารถทำแล้วประสบความสำเร็จ เขาต้องทำได้เช่นกันหากมีความตั้งใจและพยายาม

3. การชักจูงด้วยคำพูด (Verbal persuasion) เป็นการที่ผู้อื่นใช้ความพยายามในการพูดกับบุคคล เพื่อให้เชื่อว่า เขามีความสามารถที่จะกระทำพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ให้ประสบความสำเร็จได้ การเกลี้ยกล่อมจากผู้อื่น จะช่วยให้บุคคลมีกำลังใจ มีความเชื่อมั่นในการกระทำพฤติกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จ

4. การกระตุ้นทางอารมณ์ (Emotional arousal) จะมีผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยการกระตุ้นอารมณ์ในทางบวก จะทำให้การรับรู้ความสามารถของตนดีขึ้น ซึ่งทำให้การแสดงออกถึงความสามารถในตนเองดีขึ้นด้วย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ถ้าบุคคลสามารถคาดหวัง หรือมีความเชื่อในความสามารถของตนเอง โดยรู้ว่าตนเองจะต้องทำอะไร เมื่อทำแล้วจะเกิดผลตามที่คาดหวังไว้ บุคคลนั้นจะปฏิบัติตามการรับรู้ความสามารถของตนเอง จึงเป็นสิ่งที่ช่วยตัดสินว่าบุคคลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตนเอง

ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง

Bandura (1986, pp. 399-401) ได้อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อระดับความสามารถของตนเองมีทั้งหมด 4 ปัจจัย สรุปได้ดังนี้

1. ประสบการณ์ความสำเร็จในอดีต บุคคลที่มีประสบการณ์ความสำเร็จในอดีต จะเชื่อมั่นว่า ตนเองมีความสามารถที่จะปฏิบัติภารกิจที่ไม่ต่างกันได้สำเร็จ ตรงข้าม หากเคยประสบความล้มเหลวจะมีความเชื่อว่า ตนเองจะไม่สามารถปฏิบัติภารกิจในลักษณะเดียวกันนี้ได้สำเร็จ ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญ เนื่องด้วยระดับความเชื่อที่เกิดจากการกระทำของตนเองนั้น

บุคคล จะถือว่ามีความแม่นยำสูง และยังมีประสบการณ์ล้มเหลวเพิ่มขึ้น จะยังมีผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองของบุคคลมากขึ้น จนนำไปสู่การขาดความพยายามที่จะกระทำภารกิจต่าง ๆ ได้

2. การรับรู้ประสบการณ์ของผู้อื่น บุคคลจะเปรียบเทียบความสามารถของตนเองกับบุคคลที่มีประสบการณ์กับภารกิจที่คล้ายกันนี้ โดยเฉพาะบุคคลที่เห็นว่า ผู้อื่นมีความสามารถไม่แตกต่างจากตนเอง หากบุคคลประสบผลสำเร็จ จะมีผลทำให้ประเมินว่าตนสามารถปฏิบัติภารกิจเช่นเดียวกันให้เกิดผลสำเร็จได้เหมือนกัน

3. การจูงใจด้วยคำพูด เป็นความเชื่อมั่นที่เกิดจากการสะท้อนมาจากผู้อื่น หรือตนเอง เช่น คำชมเชย การให้กำลังใจ การชี้แนะ ซึ่งคำพูดจากการสะท้อนเหล่านี้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจ โดยการพูดชักจูงนั้น ต้องอาศัยอยู่บนพื้นฐานของความจริงที่ว่าบุคคลนั้นจะสามารถกระทำ หรือแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุตามความต้องการได้ การจูงใจด้วยคำพูดจะถูกลดระดับความเชื่อถือลงได้ และการพูดนี้จะมีผลมากขึ้นหากผู้ที่พูดเป็นผู้ที่มีอิทธิพลต่อบุคคลนั้น และได้รับความเชื่อใจหรือเคารพนับถือจากผู้ถูกชักจูง

4. สภาวะทางกายและอารมณ์ ข้อมูลจากสภาวะทางกายและอารมณ์เป็นข้อมูลส่วนหนึ่ง ที่บุคคลใช้ประเมินความสามารถของตนเอง โดยบุคคลที่มีสภาวะทางการผิปกติ และบุคคลที่มีความแปรปรวนทางอารมณ์ถูกกระตุ้นด้วยอารมณ์ทางลบได้ง่าย เช่น ความกังวล ความตื่นเต้น ความกลัวมากเกินไป จะมีผลให้การรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำลง ประเมินว่าตนจะไม่สามารถปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ เหล่านั้น ให้ประสบผลสำเร็จได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ถ้าบุคคลคาดหวังหรือมีความเชื่อในความสามารถของตนเอง โดยรู้ว่าจะต้องทำอะไร และเมื่อทำแล้วเกิดผลตามที่ตนคาดหวังไว้ บุคคลนั้นจะปฏิบัติตามการรับรู้ความสามารถของตนเอง จึงเป็นสิ่งที่ช่วยตัดสินใจว่าบุคคลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตน

การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

Bandura (1977, pp. 84-85) ได้แบ่งมิติของการรับรู้ความสามารถของตนเอง ออกเป็น 3 มิติ สรุปได้ดังนี้

1. มิติเกี่ยวกับขนาด หมายถึง ปริมาณความยากง่ายที่บุคคลเชื่อว่า ตนเองสามารถปฏิบัติได้ ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลในการกระทำพฤติกรรมหนึ่ง ๆ หรือแตกต่างกันในบุคคลเดียวกัน เมื่อต้องทำพฤติกรรมที่มีความยากง่ายแตกต่างกัน

2. มิติเกี่ยวกับการแผ่ขยาย หมายถึง ระดับความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ในการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์นั้น ซึ่งประสบการณ์การปฏิบัติงานบางอย่าง

ก่อให้เกิดความสามารถในการนำไปปฏิบัติในสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน แต่ในปริมาณที่แตกต่างกัน

3. มิติเกี่ยวกับความเข้มหรือความมั่นใจ หมายถึง ความมั่นใจที่บุคคลคิดว่า ตนสามารถทำงานได้ที่ระดับความยากต่าง ๆ

Hackett and Betz (1982 อ้างถึงใน ภวีกา ภัคษา, 2553, หน้า 59) ได้พัฒนาแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ (Mathematics confidence scale: MCS) ของ Dowling ให้มีความสอดคล้องกับหลักพื้นฐานของ Bandura และเครื่องมือที่ใช้มีชื่อว่า The mathematics self-efficacy หรือ MSES และ The mathematics self-efficacy scale-revised หรือ MSES-R เป็นเครื่องมือที่นักวิจัยนำไปใช้อย่างแพร่หลายและมีประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์ดี เครื่องมือนี้ดังกล่าว เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 10 ระดับ จำนวน 52 ข้อ แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และความมั่นใจในการเรียนวิชาที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

Langenfeld and Pajares (1993) ได้นำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของ Hackett และ Betz ที่ใช้ชื่อว่า The Mathematics self-efficacy scale-revised หรือ MSES-R มาปรับระดับของมาตราส่วนประมาณค่าเป็น 5 ระดับ และปรับข้อคำถามให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับลักษณะทางจิตวิทยามากขึ้น ส่งผลให้เครื่องมือที่พัฒนามีความสอดคล้องภายในสูงขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

Matty (2016) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยดำเนินการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เวลาทดลอง 1 ปีการศึกษา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ เรื่อง พีชคณิต 2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในเชิงบวกในการสอบปลายภาคเรียน

Lewis (2009) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เรขาคณิต ผลการวิจัย พบว่า

นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบ เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นแนวทางในการค้นหาคำตอบ การตั้งคำถามและการวางแผนแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการแก้ปัญหา เพิ่มความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนและการทำงาน

Callard (2001) ได้ศึกษาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นการเรียนการสอนที่สามารถนำไปใช้สอนให้นักเรียนแก้ปัญหา ให้เหตุผลและสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และมีวินัยเชิงบวกในการเรียน และนักเรียนสามารถนำกระบวนการนี้ไปต่อยอดในบริบทอื่นได้

จันทร์พร พรหมมาศ (2541) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีวงจรกิจกรรมการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ระดับชั้นละ 2 ห้อง จำนวน 245 คน มีวิธีดำเนินการเรียนการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาสำรวจ นักเรียนลงมือปฏิบัติทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อค้นพบแบบแผนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ 2) ขั้นการสร้างมโนทัศน์ นักเรียนนำผลที่ได้จากการสำรวจมาสรุปสร้างมโนทัศน์ และ 3) ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ศึกษาปรากฏการณ์เพิ่มเติม เพื่อขยายความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการสอนด้วยวิธีวงจรกิจกรรมการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์ในขั้นการสร้างมโนทัศน์อยู่ในระดับที่ดีกว่าในขั้นการศึกษาสำรวจ และขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ในทุกระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง มีพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ดีกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำในทุกขั้นตอน นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกชั้นของระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

อ้อมฤดี แซ่มอุบล (2553) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดเห็นหกใบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 42 คน มีวิธีการดำเนินการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสังเกต 2) ขั้นอธิบาย 3) ขั้นทำนายและทดสอบ และ 4) ขั้นนำไปใช้ โดยแต่ละขั้นของการเรียนการสอนนั้น ครูจะเน้นการใช้คำถามความคิดหมวกหกใบอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความคิดตามลำดับ และสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสื่อสารของนักเรียนหลังเรียนได้รับการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดเห็นหกใบ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 คน มีวิธีการดำเนินการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจค้นคว้า 3) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป 4) ขั้นการขยายความรู้ และ 5) ขั้นการประเมิน จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้เรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิด มีความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการคิดคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิด มีความสามารถในการคิดวิจารณญาณหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดิษพล เนตรนิมิต (2558) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน มีวิธีดำเนินการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน (5Es) เป็นรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบด้วยตนเอง และฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผลจนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามหรือสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดเพื่อค้นหาคำตอบ และช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ มีวิธีการดำเนินการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างความสนใจ 2) การสำรวจและค้นคว้า 3) การอธิบาย 4) การขยายความรู้ และ 5) การประเมิน ผลการวิจัย

พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ชลกานต์ ชมภู (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 เป็นการดัดแปลงรูปแบบหนึ่งของรูปแบบการจัดกิจกรรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ของ BSCS มีวิธีดำเนินการจัดเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจ 3) ขั้นอธิบาย และ 4) ขั้นขยายความรู้ กระบวนการจัดกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนการสอน โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นนักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด เน้นการให้เหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผสมผสานการสะท้อน อภิปรายในแต่ละขั้นตอน และประเมินระหว่างเรียนอยู่ตลอด จากผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดี 2) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ สรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้มโนทัศน์ การสร้างมโนทัศน์ เป็นวิธีการสอนที่เน้นการคิด เป็นวิธีสอนที่สามารถใช้สอนได้ทุกระดับชั้น เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์กันในสังคม ส่งเสริมเจตคติที่ดีในการอยู่ร่วมกัน โดยมี การแลกเปลี่ยนรู้ และเป็นวิธีสอนที่นักเรียนได้เรียนรู้การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นหา คำตอบและมีความคงทนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเมตาคognition

บุญใจ ชะเอม (2551) ได้พัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคognitionชั้นในการเรียนแบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีวิธีดำเนินการโดยครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตามระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน คือ สูง ปานกลาง ต่ำ ในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ รูปแบบการสอนนี้ มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โดยนักเรียนสามารถควบคุมกระบวนการคิด สติปัญญา และพฤติกรรมของตนเองในการเรียน เป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้ทำงานช่วยเหลือกัน เพื่อให้ตนเองและสมาชิกเกิดความรู้อ มีวิธีดำเนินการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้้นนำเสนอ ความรู้ใหม่ 3) ขั้้นเรียนรู้จากกระบวนการกลุ่ม 4) ขั้้นวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม 5) ขั้้นกำกับ ตรวจสอบความเข้าใจ 6) ขั้้นสรุป และ 7) ขั้้นประเมินผล จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถ ในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการเรียน ตามรูปแบบการสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน ในการเรียนแบบร่วมมือเพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นภัสสร พุฒตยาดี (2552) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวิธีดำเนินการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้้นนำ เป็นขั้้นที่นักเรียนจะได้ทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้้นสอน เป็นขั้้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นกระบวนการเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ซึ่งมี ขั้้นย่อย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเข้าสู่ปัญหา กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา ดำเนิน การแก้ปัญหา ประเมินผลและสะท้อนผล 3) ขั้้นสรุป 4) ขั้้นฝึกทักษะ และ 5) ขั้้นประเมินผล กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 38 คน จากผลการวิจัย พบว่า ผลการทดสอบเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.80 ขั้้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างใน การแก้ปัญหา นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.28 ขั้้นที่ 4 ประเมินผล นักเรียนได้ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.72 และขั้้นที่ 5 สะท้อนผล นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 70.12 แสดงว่า นักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พิเชษฐ โพนสิม (2554) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิด เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธี การสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวิธีดำเนินการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้้นสร้างความสนใจ 2) ขั้้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้้นขยาย ความรู้ และ 5) ขั้้นประเมินผล กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 42 คน จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.32 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 32 คน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีคะแนน เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ดังนี้ ขั้้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 80.56

ขั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.14

ขั้นที่ 4 การประเมินผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 86.19 และขั้นที่ 5 สะท้อนผล

นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.71

ทงเกียรติ พลไชยา (2556, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเมตาคอกนิชัน ความเข้าใจ มโนทัศน์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย จำนวน 306 คน ผลการวิจัย พบว่า ความเชื่อทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย อยู่ในระดับค่อนข้างสูง เมตาคอกนิชันอยู่ในระดับปฏิบัติการเป็นประจำเกือบทุกครั้ง นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อทางคณิตศาสตร์ เมตาคอกนิชัน ความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกทุกตัว และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิสิทธิ์ โคตรนรินทร์ (2555) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นรูปแบบการสอน RUPER ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ตามแนวคิดและทฤษฎีสร้างสรรคความรู้ ทฤษฎีประมวลข้อมูล ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ และทฤษฎีเกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน เพื่อนำไปใช้พัฒนาความสามารถในการคิดด้านกระบวนการหรือทักษะเชิงเมตาคอกนิชันให้แก่ นักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดทำแผนการเรียนรู้ที่เน้นการจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนเพื่อแสดงพฤติกรรม คือ ขั้นตอนที่ 1 การอ่าน (Reading) ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจ (Understanding) ขั้นตอนที่ 3 การวางแผน (Planning) ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) และ ขั้นที่ 5 การสะท้อนผล (Reflection) โดยมีชั้นการสอน 5 ชั้น คือ ขั้นที่ 1 ชั้นเสนอก่อนทำกิจกรรมการเรียนการสอน ขั้นที่ 2 ชั้นกิจกรรมตามรูปแบบ RUPER ในทุกขั้นตอน ได้แก่ การไตร่ตรองรายบุคคล การไตร่ตรองรายกลุ่ม การสรุปและการนำเสนอ และการฝึกทักษะ ขั้นที่ 3 การขยายผล ขั้นที่ 4 ผลการประเมินการจัดการเรียนการสอน และขั้นที่ 5 สะท้อนผล สิ่งที่ค้นพบ และผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการหรือทักษะเชิงเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมาก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการขยายผลและการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดเมตาคognition สรุปได้ว่า เมตาคognition เป็นความสามารถในการคิดที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ ช่วยทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดตัดสินใจเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ นำมาใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น และช่วยให้นักเรียนที่เรียนไม่เก่งสามารถจะพัฒนาตนเองให้เป็นผู้สามารถเรียนรู้ได้ดี มีความรู้คงทนและมีทักษะการคิด ถ้านักเรียนได้รับการสอนโดยใช้เมตาคognition

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้

มนต์ชัย พงศกรนถวงษ์ (2552) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีชื่อเรียกว่า MARCE Model มีองค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน สาระความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน ระบบสังคม หลักการตอบสนอง และสิ่งสนับสนุน ซึ่งมีกระบวนการเรียนการสอน 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นจูงใจเพื่อเตรียมความพร้อม (Motivation: M) 2) ขั้นปฏิบัติ (Action: A) 3) ขั้นสะท้อนความรู้ (Reflection of knowledge: R) 4) ขั้นสร้างความรู้ (Construction of knowledge: C) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation: E) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรมที่สอนด้วยรูปแบบการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้กับรูปแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนที่สอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ สูงกว่านักเรียนที่สอนด้วยรูปแบบปกติ

รัชกร ประสิทธิ์เตสัง (2558) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบ 7 องค์ประกอบ คือ 1) ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ของทฤษฎีการสร้างความรู้ 2) หลักการ 3) จุดมุ่งหมาย 4) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นการกำหนดปัญหา (Problem-finding) ขั้นการค้นหาคำความคิด (Idea-finding) ขั้นการเลือกกลวิธีการแก้ปัญหา (Strategy-finding) ขั้นการร่วมมือกันปฏิบัติ (Collaboration) และ ขั้นการประเมินผลและการประยุกต์ใช้ (Evaluation & application) 5) ระบบสังคม 6) หลักการตอบสนอง และ 7) ระบบสนับสนุน พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สามารถเสริมสร้างให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งยัง

ช่วยให้มีความคงทนในการเรียนรู้ จึงควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูนำรูปแบบ การเรียนรู้ไปใช้ ในการจัดการเรียนรู้

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2559) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี การสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และ 4) การวัดและประเมินผลที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันตามทฤษฎีการสร้าง ความรู้ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นความขัดแย้งทางความคิด 2) ขั้นเรียนรู้ จากการปฏิบัติ 3) ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง 4) ขั้นตรวจสอบความรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียน ที่เรียนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยการไข่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุเทน วางหา (2560) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสังคัมศึกษาโดยประยุกต์ แนวคิดชุมชนเป็นฐานการเรียนรู้และทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถใน การคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียน สังกัดองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนสังคัมศึกษาสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถใน การคิดวิเคราะห์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ของความสามารถในการสื่อสารหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ สรุปได้ว่า ถ้าครูผู้สอนใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ในการจัดการเรียนการสอน จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ ได้ผลดีมากยิ่งขึ้น เพราะ การจัดเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างและสรุปความรู้ ด้วยตนเอง โดยการคิด การลงมือ ปฏิบัติ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคัมและวัฒนธรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อมรอบตัว การช่วยเหลือ การชี้แนะ การสนับสนุนและการจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริม การเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนเกิดการเสริมต่อความรู้ สร้างความรู้ และขยายขอบเขต การเรียนรู้ของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Rittle-Johnson and Alibali (1999) ได้นำเสนอรูปแบบการพัฒนาความรู้ด้านมโนทัศน์และความรู้ด้านการดำเนินการ เรื่อง เศษส่วน โดยกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 ผลการวิจัย พบว่า ความรู้ด้านมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่ก่อน มีส่วนสนับสนุนความรู้ด้านการดำเนินการของนักเรียน และความรู้ด้านการดำเนินการ มีส่วนช่วยให้ความรู้มโนทัศน์ของนักเรียนดีขึ้น

อรพวรรณ เลื่อนแป้น (2555) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมสาธิต วัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร มีวิธีดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ของ Lasley and Matczynski (อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2547, หน้า 65) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดมโนทัศน์ 2) การให้ตัวอย่าง 3) การตั้งสมมติฐาน 4) การสรุป และ 5) การนำไปใช้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60 เปอร์เซนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 หลังเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ว่ามีความเหมาะสม

หทัยรัตน์ ยศแผ่น (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยเหลือครูหรือเพื่อนที่เก่งกว่า เป้าหมายของการช่วยเหลือ คือ การพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนักเรียนจะได้รับความช่วยเหลือด้วยรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ซึ่งการช่วยเหลือครูจะใช้แบบทดสอบเพื่อประเมินความช่วยเหลือว่าจะให้ความช่วยเหลือระดับใด โดยประเมินความช่วยเหลือจากภาพรวมของนักเรียนทั้งห้อง งานวิจัยนี้ ใช้กลวิธีการเสริมต่อตามแนวคิดของ Anghileri (2006) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นข้อเท็จจริง ความหมายทางสัญลักษณ์ หลักการ รูปแบบ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อนักเรียนในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องนี้นักเรียนเรียนอย่างถูกต้อง การที่นักเรียนจะมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้นั้น นักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการคิด การเชื่อมโยงความรู้ และสรุปออกมาเป็นความเข้าใจของตนเอง และนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีช่วยทำให้การเรียนรู้อคณิตศาสตร์สูงขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

Bandura and Schunk (1981) ได้ศึกษาผลของการตั้งเป้าหมายระยะสั้นต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 40 คน เป็นเพศชาย 21 คน เพศหญิง 19 คน นักเรียนถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีการตั้งเป้าหมายระยะสั้น ซึ่งนักเรียนจะได้รับการฝึกให้ตั้งเป้าหมายระยะสั้น ในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละครั้งด้วยตนเอง กลุ่มที่ 2 ใช้วิธีการตั้งเป้าหมายระยะยาว คือ นักเรียนจะตั้งเป้าหมายในการทำแบบฝึกหัดครั้งเดียวตลอดการฝึกทั้ง 7 ครั้ง กลุ่มที่ 3 ไม่มีการตั้งเป้าหมาย กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้การตั้งเป้าหมายระยะสั้นมีการรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าอีก 3 กลุ่ม และยังพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

Bandura and Cervone (1986) ได้ศึกษาผลของการตั้งเป้าหมายร่วมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับต่อแรงจูงใจในการทำงาน การรับรู้ความสามารถของตนเองและความพึงพอใจในการทำงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัย จำนวน 90 คน เป็นเพศชาย 45 คน เพศหญิง 45 คน กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ให้ข้อมูลป้อนกลับเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ให้ตั้งเป้าหมายเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 3 ให้ข้อมูลป้อนกลับร่วมกับการตั้งเป้าหมาย กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุม ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มที่มีการตั้งเป้าหมายร่วมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ มีแรงจูงใจในการทำงาน การรับรู้ความสามารถของตนเอง และมีความพึงพอใจในการทำงานมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ กลุ่มที่มีการตั้งเป้าหมายเพียงอย่างเดียว มีแรงจูงใจในการทำงาน การรับรู้ความสามารถของตนเอง และมีความพึงพอใจในการทำงานมากกว่ากลุ่มที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับเพียงอย่างเดียว กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับเพียงอย่างเดียว

มีแรงจูงใจในการทำงาน การรับรู้ความสามารถของตนเอง และความพึงพอใจในการทำงานมากกว่ากลุ่มควบคุม

Pajares and Kranzler (1995, pp. 124-139 อ้างถึงใน คำเพย พิภักควงศ์, 2551, หน้า 16) ได้ศึกษาบทบาทของความสามารถของตนเอง และความสามารถทางด้านจิตใจทั่วไปในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อิงตามทฤษฎีการรับรู้ทางสังคม พบว่า บุคคลพิจารณาความสามารถของพวกเขาในการทำงานเฉพาะ เพื่อให้บรรลุผล ซึ่งมีอิทธิพลมากที่สุดต่อแรงจูงใจและพฤติกรรมของมนุษย์ วัตถุประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลที่มีผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 329 คน ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ ตัวแปรเพศของนักเรียน และตัวแปรความรู้พื้นฐานของนักเรียน สามารถคำนวณความแปรปรวนของนักเรียนได้ ร้อยละ 61 ความสามารถทั่วไปและการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีอิทธิพลสูงมากต่อผลการเรียนของนักเรียน

Thompson (2007) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการประเมินการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเรียนรู้ตามระดับชั้นและผลสัมฤทธิ์ทางพีชคณิตของนักเรียนเกรด 9 ในรัฐเคนทักกี ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 6 ระดับ ข้อคำถามมีลักษณะให้ประเมินความมั่นใจ จากไม่มีความมั่นใจจนถึงมีความมั่นใจมากที่สุด เนื้อหาแบบทดสอบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 เรื่อง พีชคณิต เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ชุดทั้งหมด 100 ข้อ เป็นแบบทดสอบเริ่มจากชุดระดับความง่ายไปยาก โดยลักษณะข้อคำถามจะเป็นข้อคำถามแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ผลการวิจัย พบว่า ประเมินการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเรียนรู้ตามระดับชั้น และผลสัมฤทธิ์ทางพีชคณิตของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

McCallie (2016) ได้ศึกษาความสามารถในการสะท้อนคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนกับนักเรียนเกรด 6 พบว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนทางคณิตศาสตร์สูง ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจสามารถวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น เพื่อให้ได้ผลสำเร็จทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากนักเรียนมีการสะท้อนคิดในการประเมินการเรียนรู้ของตนเอง และนักเรียนเรียนรู้ด้วย

กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้เมตาคognition ทำให้นักเรียนเกิดการตระหนักรู้กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง

สุภาวดี คำนาดี (2551) ได้พัฒนากระบวนการกำกับตนเองสำหรับการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กระบวนการพัฒนาแบ่งออกเป็น 3 ระยะเวลา คือ ระยะเวลาที่ 1 ศึกษาเอกสารและศึกษาสภาพการเรียนการสอนปัจจุบัน ระยะเวลาที่ 2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการกำกับตนเองและตรวจสอบคุณภาพ และระยะเวลาที่ 3 ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงโดยใช้ระเบียบวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 43 คน กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง มีขั้นตอนในการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การประเมินตนเอง 2) การเลือกปัญหาและตั้งเป้าหมาย 3) การหาแนวทางแก้ปัญหา 4) การควบคุมตนเองและบันทึกพฤติกรรม 5) การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง และ 6) การควบคุมตนเองและบันทึกพฤติกรรม การแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองและการควบคุมตนเองและบันทึกพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง มีค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเอง เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเอง คะแนนเจตคติและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพรรณิ คำนันท์ (2552) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยวิธีอุปนัยและนิรนัย ที่มีผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีมิติการวัดเป็นการวัดความเข้ม เป็นวิธีการวัดทำได้โดยการถามผู้ตอบถึงความมั่นใจ จากไม่มีความมั่นใจจนถึงมีความมั่นใจมากที่สุด ซึ่งเนื้อหาของแบบทดสอบ ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยลักษณะข้อคำถามแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบผสมผสานด้วยวิธีการเรียนแบบค้นพบต่างกัน มีการรับรู้ความสามารถของตนเองไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภวีกา ภาศึกษา (2553) ได้ศึกษาผลการตั้งเป้าหมายที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวิธีดำเนินการ ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 60 คน รวมทั้งสิ้น 180 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ฝึกตั้งเป้าหมายแบบมุ่งการเรียนรู้ กลุ่มที่ฝึกการตั้งเป้าหมายแบบมุ่งความสามารถ และกลุ่มที่ฝึกด้วยวิธีปกติ ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละครั้ง 60 นาที รวมทั้งสิ้น 12 ครั้งโดยนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ทำแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ครั้ง คือ ก่อนทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังทดลอง 1 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า ระยะเวลาหลังการทดลองและระยะติดตามผล กลุ่มที่ฝึกตั้งเป้าหมายแบบมุ่งการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ฝึกตั้งเป้าหมายแบบมุ่งแสดงความสามารถและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การที่นักเรียนรับรู้ความสามารถของตนเองจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในการคิดของตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการศึกษาเนื้อหาของคณิตศาสตร์ เพื่อต่อยอดความรู้ไปยังศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ทำให้นักเรียนมีความมานะพยายามไม่ท้อถอย และทำงานนั้นด้วยความตั้งใจ จนประสบความสำเร็จ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เป็นฐานเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอน ในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตร ปัญหาในการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ของนักเรียนและครู

2. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

1. การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนและคู่มือการใช้กระบวนการเรียน การสอน

2. การออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

1. การตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนและคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน

2. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือที่ใช้ใน

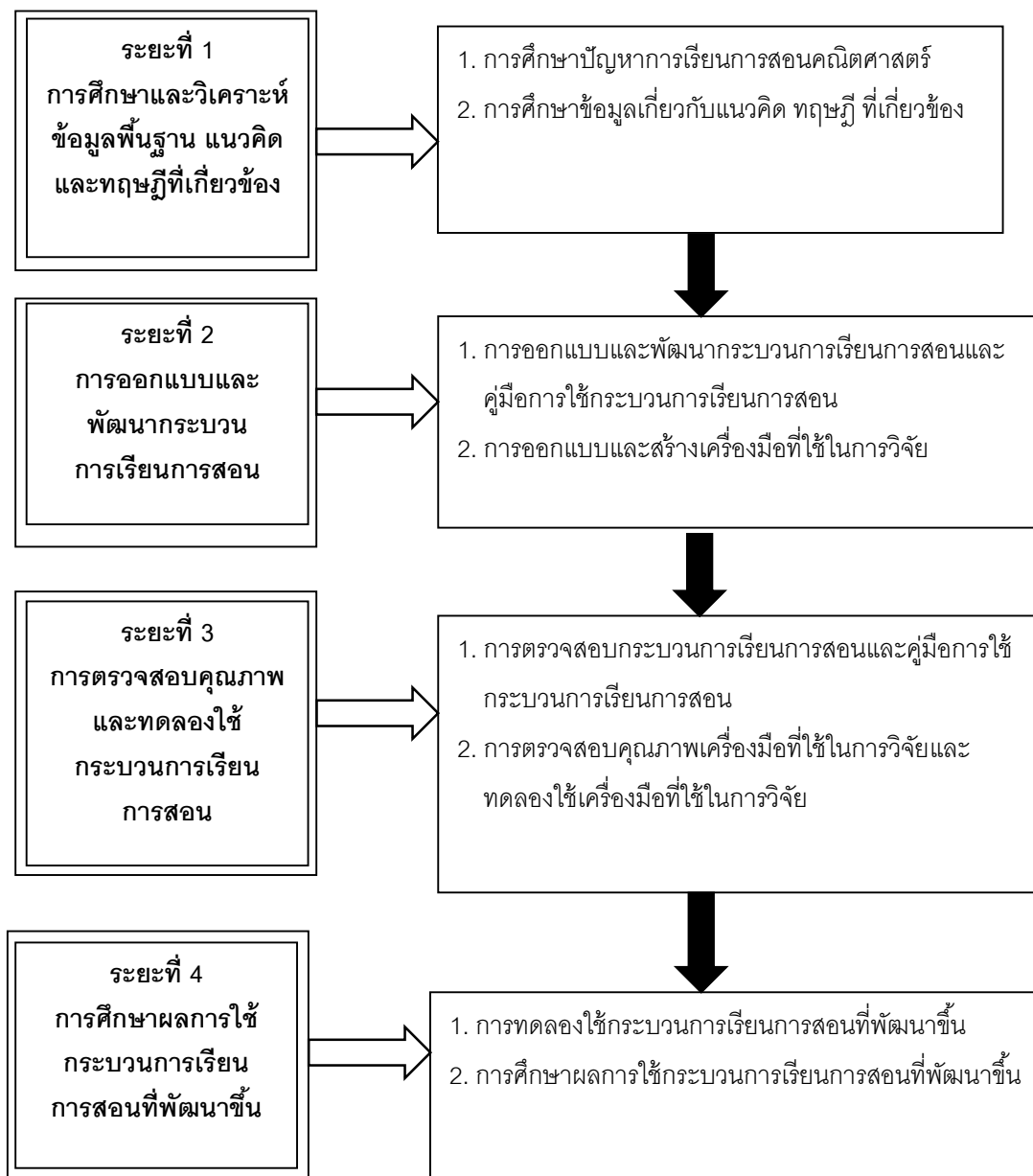
การวิจัย

ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1. การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

2. การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การดำเนินการวิจัยในระยาะที่ 1 ถึงระยาะที่ 4 แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาสภาพปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตร ปัญหาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษาข้อมูล ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ศึกษาข้อมูลหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แก่ มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องตามความมุ่งหวังของหลักสูตร และส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามมาตรฐาน ตัวชี้วัดที่กำหนดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สรุปได้ ดังนี้

เป้าหมายหลักของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน ดังนี้

- 1.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นพร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้
- 1.2 มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์
- 1.3 มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นตลอดจนการประกอบอาชีพ
- 1.4 มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานและการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

แนวทางการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องให้มีความสมดุลระหว่างความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้

เชิงกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติต่อคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ คือ การประเมินเพื่อพัฒนานักเรียน และเพื่อตัดสินผลการเรียน โดยนักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. ผลการสอบนานาชาติ PISA 2015 พบว่า นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และผลการสอบ TIMSS 2015 ได้คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน

3. ผลการสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในช่วงปีการศึกษา 2555- 2560 พบว่า นักเรียนไทยระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำคะแนนได้ต่ำกว่าร้อยละ 50

4. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มแบบไม่เป็นทางการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในประเด็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อให้ได้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ มีรายละเอียด ดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาปัญหาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ ดังนี้

สนทนากลุ่มกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่

4.1 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 16 คน ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 4 โรงเรียน

4.2 นักเรียนโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คน

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบการสืบสอบเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน ที่ส่งผลกระทบต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน หลังจากนั้น ผู้วิจัยนำข้อมูลมาสรุปผล ดังนี้

1. ผลการดำเนินการจัดการสนทนากลุ่มกับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 16 คน ปฏิบัติหน้าที่การสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 4 โรงเรียน ได้ข้อสรุป ดังนี้

1.1 ด้านหลักสูตร กระทรวงศึกษาธิการให้ทุกโรงเรียนจัดการเรียนการสอน ใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยในปีการศึกษา 2561 กำหนดให้สอนระดับ มัธยมศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน พบว่า มาตรฐานและตัวชี้วัดลดลง เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เพิ่มขึ้นและใช้เวลา สอนปกติ 3 ชั่วโมงเท่าเดิม ดังนั้น ครูต้องเร่งสอนเนื้อหาที่เพิ่มขึ้นให้จบตามมาตรฐานและตัวชี้วัด ของระดับชั้นที่กำหนดไว้

1.2 ด้านการเรียนการสอน ครูส่วนใหญ่จัดเนื้อหาการเรียนการสอนตามตัวชี้วัด และมาตรฐานของหลักสูตร เน้นการสอนเนื้อหาด้วยวิธีสอนแบบบรรยาย และครูสอนให้ความรู้ เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่เท่ากัน

1.3 ด้านสื่อการเรียนการสอน ครูมีการใช้สื่อในการจัดการเรียนการสอนเป็นบางครั้ง แต่ส่วนใหญ่ครูเขียนบนกระดานและนักเรียนคัดลอกตาม แต่ใช้สื่อเทคโนโลยีไม่บ่อย เพราะห้องเรียนบางห้องไม่เอื้อต่อการใช้สื่อที่ซ้ำชุด และไม่มิงงบประมาณในการจัดหาและซ่อมแซม ดังกล่าว

1.4 ด้านบรรยากาศการเรียนการสอน นักเรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ น้อย ขาดความเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง การจัดการเรียนการสอน ขาดการทำงานร่วมกัน และครูจำนวนหนึ่งมีปัญหาในการคุมชั้นเรียน

1.5 ด้านการวัดและประเมินผล ส่วนใหญ่เป็นการวัดและประเมินผล จากแบบทดสอบเป็นหลัก ในการตัดสินการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งไม่ได้เกิดจากการประเมิน ตามสภาพจริงที่มีความยืดหยุ่นและหลากหลาย เพื่อนำไปสู่การพัฒนาให้นักเรียนในแต่ละกิจกรรม การเรียนการสอน

1.6 ด้านความต้องการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ครูเสนอว่า ควรจัด การเรียนการสอนที่มีความหลากหลายและเนื้อหาที่ทันสมัย โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ในสถานการณ์จริง มีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่เป็นระบบ มีความรอบคอบ สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ และนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน คณิตศาสตร์

1.7 ด้านจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบสืบสอบเป็นฐาน ครูจำนวนมากเสนอ ว่า กระบวนการสืบสอบ ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง สร้างมโนทัศน์

ทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปต่อยอดในเนื้อหาอื่นได้ แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบสืบสอบเป็นฐาน สามารถนำไปใช้ได้เฉพาะบางเนื้อหาเท่านั้น

1.8 ด้านการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดเมตาคognitionชั้น ให้นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และสอนให้นักเรียนควบคุม และตรวจสอบความคิดตนเอง พบว่ามีครูเคยใช้และกำลังพยายามนำมาใช้กับนักเรียน โดยไม่บอกวิธีการในการหาคำตอบของนักเรียนโดยตรงแต่จะพยายามให้นักเรียนช่วยกันคิดหาคำตอบด้วยกัน

2. ผลการดำเนินการจัดการสนทนากลุ่มกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คน ได้ข้อสรุปดังนี้

2.1 ด้านการเรียนการสอน ครูเข้าสอนตรงเวลา และการจัดการเรียนการสอนของครูเน้นการสอนบรรยาย เขียนตามบนกระดานและทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม ในหนังสือเรียน การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มให้คิดแก้ปัญหาร่วมกัน มีเป็นบางครั้ง แต่ไม่บ่อย

2.2 ด้านสื่อการเรียนการสอน ครูมีการใช้สื่อเทคโนโลยีจัดการเรียนการสอนโดยใช้โทรศัพท์มือถือ เกมคณิตศาสตร์ คู่มือวิธีการสอน

2.3 ด้านบรรยากาศการเรียนการสอน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามในเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ แต่ก็ไม่ค่อยมีนักเรียนตั้งคำถาม

2.4 ด้านการวัดและประเมิน ครูใช้แบบทดสอบวัดความรู้เป็นแบบทดสอบทั้งแบบทดสอบอัตนัยและแบบทดสอบปรนัย ความประพฤตินในห้องเรียนและการส่งงาน

2. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษา วิเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่นำไปใช้พัฒนากระบวนการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้จากการศึกษา เอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เช่น การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ แนวคิดเมตาคognition ทฤษฎีสร้างความรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ได้ข้อสรุปดังนี้

2.1 การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีสาระสำคัญคือ

2.1.1 เป้าหมายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มุ่งพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้เกิดความเข้าใจในทศวรรษทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาต่อ การทำงานและการประกอบอาชีพ

2.1.2 หลักการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ก. ครูจะต้องสอนให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความรู้เชิงกระบวนการ

ข. ครูทำหน้าที่จัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนการสอน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

ค. ครูควรจัดเนื้อหาสาระเป็นลำดับขั้นตอน เริ่มจากง่ายไปหายาก และสอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมมาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้น หรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น

ง. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สร้างข้อสรุปในการอธิบายปัญหา สร้างข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความคิด ประเมินความรู้ตนเองและแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ

จ. ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้คณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในการเรียนและการทำงานให้เกิดความสำเร็จ และขยายขอบเขตความรู้ให้กว้างขึ้น โดยคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนเป็นสำคัญ

ฉ. ชมเชยความผิดพลาดเมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูไม่ควรบอกคำตอบที่ถูกต้องทันที ควรช่วยนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่ครูใช้ เพื่อให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง

ช. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ควรใช้วิธีการที่หลากหลายและเหมาะสมกับนักเรียน

2.2 การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน

ผลการศึกษาค้นคว้าการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน มีประเด็นสำคัญ ดังนี้

2.2.1 นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย และมีความต้องการรู้คำอธิบายของปัญหานั้น

2.2.2 การสืบสอบเป็นวิธีการคิด ศึกษา สำรวจและ ลงมือปฏิบัติในการค้นหาความรู้หรือแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

2.2.3 นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ โดยเริ่มต้นจากปัญหาหรือความสงสัย แล้วค้นข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปของปัญหานั้น

2.2.4 นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ระดมสมอง รับฟังความคิดเห็น และยอมรับความคิดของผู้อื่นด้วยเหตุและผล

2.2.5 นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดโดยการใช้ภาษาสื่อสาร สื่อความหมายความรู้ที่ค้นพบและให้เหตุผล

2.2.6 นักเรียนได้รับโอกาสในการทราบผลการกระทำทันที ทำให้นักเรียนได้รับคำชี้แนะ ช่วยเหลือ ตรวจสอบความถูกต้องในการปฏิบัติ ตรวจสอบความรู้ที่ค้นพบ เสริมต่อความรู้และขยายความรู้ให้กว้างขึ้นจากครู นักเรียน และบุคคลอื่น ๆ ที่มีความรู้และประสบการณ์มากกว่า

2.2.7 นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจและได้รับประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จ เมื่อได้รับคำติชมทำให้เกิดความท้าทาย เกิดความคิดในการรับรู้ความสามารถของตน เมื่อได้คิด หรือทำได้สำเร็จ จะทำให้เกิดความภาคภูมิใจ

2.2.8 นักเรียนได้กระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้และทำงานให้ประสบความสำเร็จ และใช้เป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2.3 แนวคิดเมตาคอกนิชัน

ผลการศึกษาแนวคิดเมตาคอกนิชันมีประเด็นสำคัญ ดังนี้

2.3.1 เมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถในการคิดของแต่ละบุคคล ที่เกิดจากบุคคลนั้นได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลให้บุคคลนั้นสามารถคิด เลือกลงและตัดสินใจ นำความรู้และประสบการณ์เดิมหรือความรู้ใหม่ ใช้เลือกยุทธวิธีแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ ให้เกิดผลสำเร็จ

2.3.2 นักเรียนมีความคิดเป็นเหตุและผล คิดไตร่ตรอง คิดวิจารณ์ญาณ และตัดสินใจในการเลือกปฏิบัติตนให้มีความก้าวหน้า

2.3.3 นักเรียนเกิดการเรียนรู้และทำความเข้าใจต่อสิ่งไรต่าง ๆ ที่นำมาสร้างความรู้ ความหมาย หลักการ ข้อเท็จจริง และความสัมพันธ์ที่เกิดได้ง่ายขึ้น

2.3.4 นักเรียนมีความมั่นใจในความคิดของตนเอง ในการเลือกตัดสินใจปฏิบัติตน และปฏิบัติงาน

2.3.5. นักเรียนมีการวางแผน ตรวจสอบความคิด และประเมินความคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ มีความมุ่งมั่นและอดทนต่อการทำงานและการเรียนรู้

2.3.6 นักเรียนคิดและปฏิบัติตนให้สามารถอยู่ในสังคม ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีความสุขและความปลอดภัย

การพัฒนาเมตาคognition สรุปลงได้ดังนี้

1. ครูผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้แก่ การวางแผน การตรวจสอบ และการประเมิน การเรียนรู้และการทำงานของตนเอง โดยครูอธิบายและสาธิตการคิดให้นักเรียนเห็นจากสถานการณ์จำลอง และเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ฝึกคิดและอภิปรายเกี่ยวกับวิธีคิด หรือกระบวนการคิดของแต่ละคน ดังนี้

1.1 การวางแผน เป็นการรู้ตัวตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่การกำหนด เป้าหมายจนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย ในขั้นนี้ให้นักเรียนปฏิบัติและดำเนินการ ตามลำดับขั้นตอน ต่อไปนี้

1.1.1 การกำหนดเป้าหมาย

1.1.2 การเลือกวิธีการปฏิบัติ

1.1.3 การเรียงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ

1.1.4 การรวบรวมจัดหมวดหมู่ปัญหาและอุปสรรคที่สามารถจะเกิดขึ้นได้

1.1.5 การรวบรวมแนวทาง เพื่อที่จะให้บรรลุปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

1.1.6 การคาดคะเนหรือทำนายผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้า

1.2 การตรวจสอบ เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้ เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนและวิธีการเลือกใช้ โดยในขั้นนี้ ให้นักเรียนปฏิบัติ และดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ต่อไปนี้

1.2.1 การกำกับจุดประสงค์ไว้ในใจ

1.2.2 การกำกับหน้าที่ของตนเองให้เป็นไปตามขั้นตอน

1.2.3 การรู้จุดประสงค์ย่อยที่จะทำให้แก้ปัญหาได้สำเร็จ

1.2.4 การตัดสินใจไปสู่การปฏิบัติขั้นต่อไป

1.2.5 การเลือกวิธีปฏิบัติขั้นต่อไปอย่างเหมาะสม

1.2.6 การรู้ถึงปัญหาและข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหา และทราบวิธีที่จะจัด ปัญหาและข้อผิดพลาด

1.3 การประเมิน เป็นการคิดเกี่ยวกับการประเมิน การวางแผน วิธีการตรวจสอบและ การประเมินผลลัพธ์ โดยในขั้นนี้ ให้นักเรียนปฏิบัติและดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ต่อไปนี้

1.3.1 การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้อย่างละเอียดและเพียงพอ

1.3.2 การประเมินคุณค่าของวิธีใช้

1.3.3 การประเมินเรียงลำดับปัญหาและข้อผิดพลาดที่พบ

1.3.4 การพิจารณาประสิทธิภาพของแผนการที่ทำให้แก้ปัญหาได้สำเร็จ

2. ครูควรฝึกให้นักเรียนเขียนอนุทินเกี่ยวกับการใช้ความคิดหรือการคิด โดยให้นักเรียนบันทึกวิธีคิด บันทึกข้อควรระวัง ปัญหา/ อุปสรรค และความยากลำบากที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นการสะท้อนความคิดของตนเอง

3. ครูควรฝึกให้นักเรียนสรุปการคิดที่ใช้เมื่อทำกิจกรรมเสร็จ โดยให้นักเรียนได้อธิบายกระบวนการคิดที่ใช้

4. ครูควรฝึกให้นักเรียนทบทวนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับงานที่ทำทั้งหมด ก่อนที่จะส่งงาน

5. ครูควรฝึกให้นักเรียนรู้จักประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดของตนเอง โดยนักเรียนค่อย ๆ ฝึกไปที่ละน้อย ๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลาย มีอิสระ จากนั้น นักเรียนก็จะสามารถเชื่อมโยงและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองว่า นักเรียนมีความสามารถเพียงพอต่อการสร้างความสำเร็จในการเรียนรู้สำหรับตนเอง

2.4 ทฤษฎีการสร้างความรู้

ผลการศึกษานี้แนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้มีประเด็นสำคัญ ดังนี้

ทฤษฎีการสร้างความรู้มีรากฐานจาก Cognitive constructivism และ Social constructivism ผู้วิจัยได้สรุปเพื่อนำเป็นหลักการในการสร้างกระบวนการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ได้ดังนี้

2.4.1 การเรียนรู้ของแต่ละคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์

ในการเชื่อมโยงความรู้ การปรับโครงสร้างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ที่ขัดแย้งกันให้เกิดความสมดุล ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการสร้างความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง การสร้างความหมาย เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องและสร้างความรู้ โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือศึกษาสถานการณ์ ปัญหานั้น ซึ่งนักเรียนอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และผู้อื่น

2.4.2 ภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้และพัฒนาปัญญาให้ซับซ้อนยิ่งขึ้น

2.4.3 การชี้แนะ การสนับสนุน และการให้ความช่วยเหลือจากผู้อื่น ที่มีความชำนาญและประสบการณ์มากกว่า ก็จะทำให้สามารถสร้างความรู้และขยายขอบเขตการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

2.5 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความหมายทางคณิตศาสตร์ หลักการ รูปแบบ ความสัมพันธ์และบทนิยามต่าง ๆ ซึ่งเป็นความรู้คณิตศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ ลักษณะเฉพาะของเรื่องนั้น และสรุปเป็นความรู้คณิตศาสตร์ของตนเองที่ถูกต้อง

2.6 การรับรู้ความสามารถของตนเอง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง สรุปได้ว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง หมายถึง การที่บุคคลเกิดความเชื่อมั่นและมั่นใจในความรู้และความสามารถของตนเองในการคิด และเลือกตัดสินใจแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกในการนำความรู้และยุทธวิธีต่าง ๆ ที่ตนเคยได้รับประสบการณ์มาใช้แก้ปัญหา และเลือกปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความสำเร็จของตน นอกจากนี้ การรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ และความรู้คณิตศาสตร์อธิบาย ทำนายและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง Bandura (1977 อ้างถึงใน จันทรพร พรหมมาศ, 2560, หน้า 39) ได้เสนอแนวทางพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง สรุปได้ดังนี้

2.6.1 การช่วยให้บุคคลรับรู้ถึงประสบการณ์ความสำเร็จ เป็นการส่งเสริมศักยภาพและความถนัดในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

2.6.2 การใช้ตัวแบบ ช่วยให้บุคคลเรียนรู้และแสดงพฤติกรรมลักษณะคล้ายคลึงกัน เมื่อรู้ว่าบุคคลอื่นทำได้ ดังนั้น ตนเองก็สามารถทำได้ ถ้าหากมีความตั้งใจและใช้ความพยายาม

2.6.3 การชักจูงด้วยคำพูด ช่วยให้บุคคลเชื่อว่า เขามีความสามารถที่จะกระทำพฤติกรรมนั้นได้ประสบความสำเร็จ โดยการให้กำลังใจ ให้มีความเชื่อมั่นในการกระทำพฤติกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จ

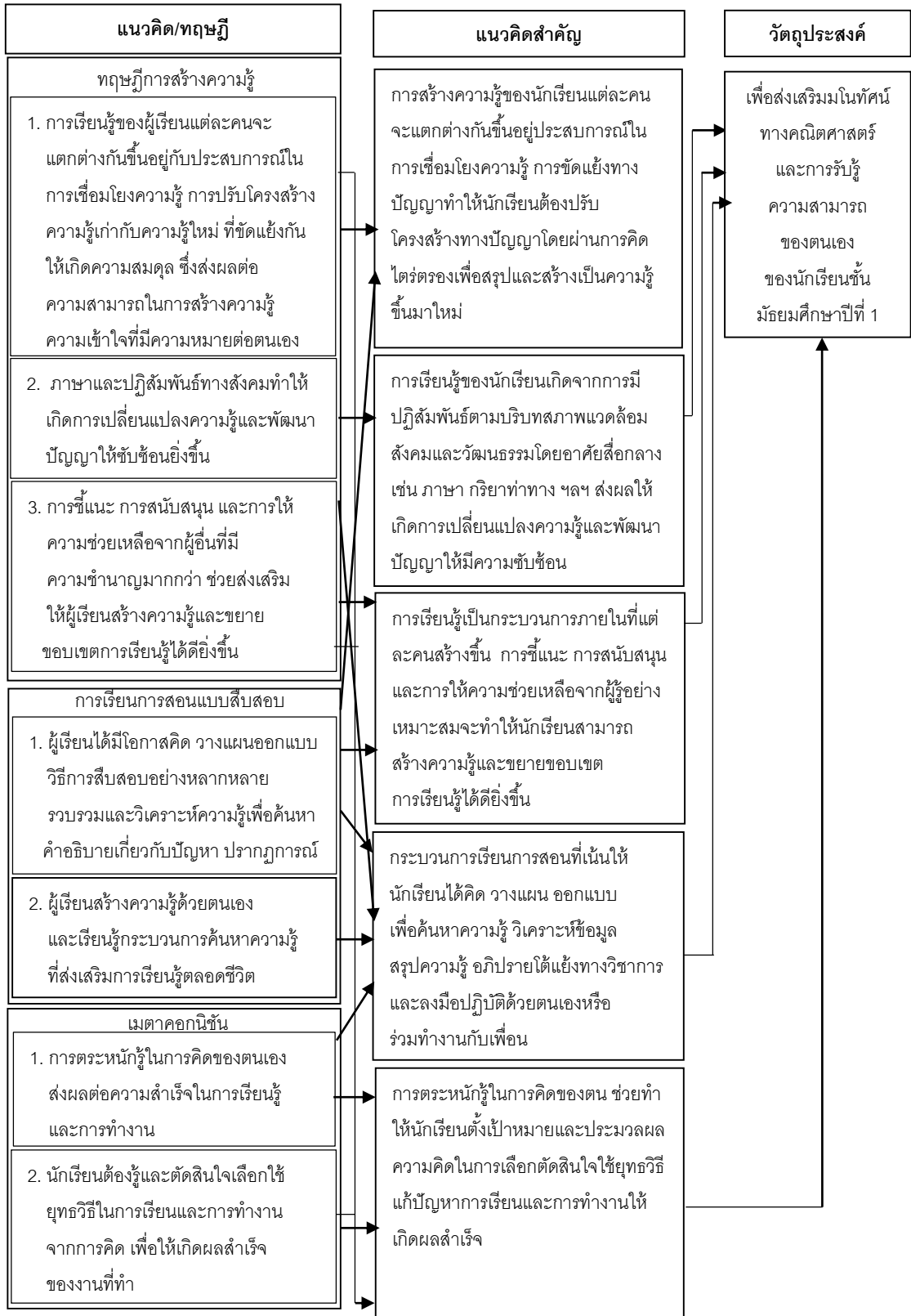
2.6.4 กระตุ้นทางอารมณ์ ช่วยกระตุ้นอารมณ์ในเชิงบวก จะทำให้บุคคลรับรู้ความสามารถของตนเองเพิ่มขึ้น

2.7 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ Joyce, Weil and Calhoun (2004, p. 25), Robert Tyler (1950, อ้างถึงใน

ทศนา เขมมณี, 2555) และ ทศนา เขมมณี (2555, หน้า 201-204) พบว่า กระบวนการเรียน การสอนเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีองค์ประกอบสำคัญ คือ วัตถุประสงค์ สาระและ กระบวนการ ชั้นสอน และการวัดและประเมินผล รวมทั้ง บทบาทครูและบทบาทนักเรียน ที่ทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพตามแนวคิดหรือทฤษฎีที่เป็นพื้นฐาน จากความแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียน การสอนดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำไปใช้ในการออกแบบและกำหนดเป็นองค์ประกอบของกระบวนการ เรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

นำผลการวิเคราะห์จากข้อ 1 และ 2 มาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบและพัฒนา กระบวนการเรียนการสอน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

ในระยะที่ 2 เป็นการออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งใช้ผลการวิเคราะห์ในระยะที่ 1 เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เป็นฐาน การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ การสร้างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนและคู่มือการสอน

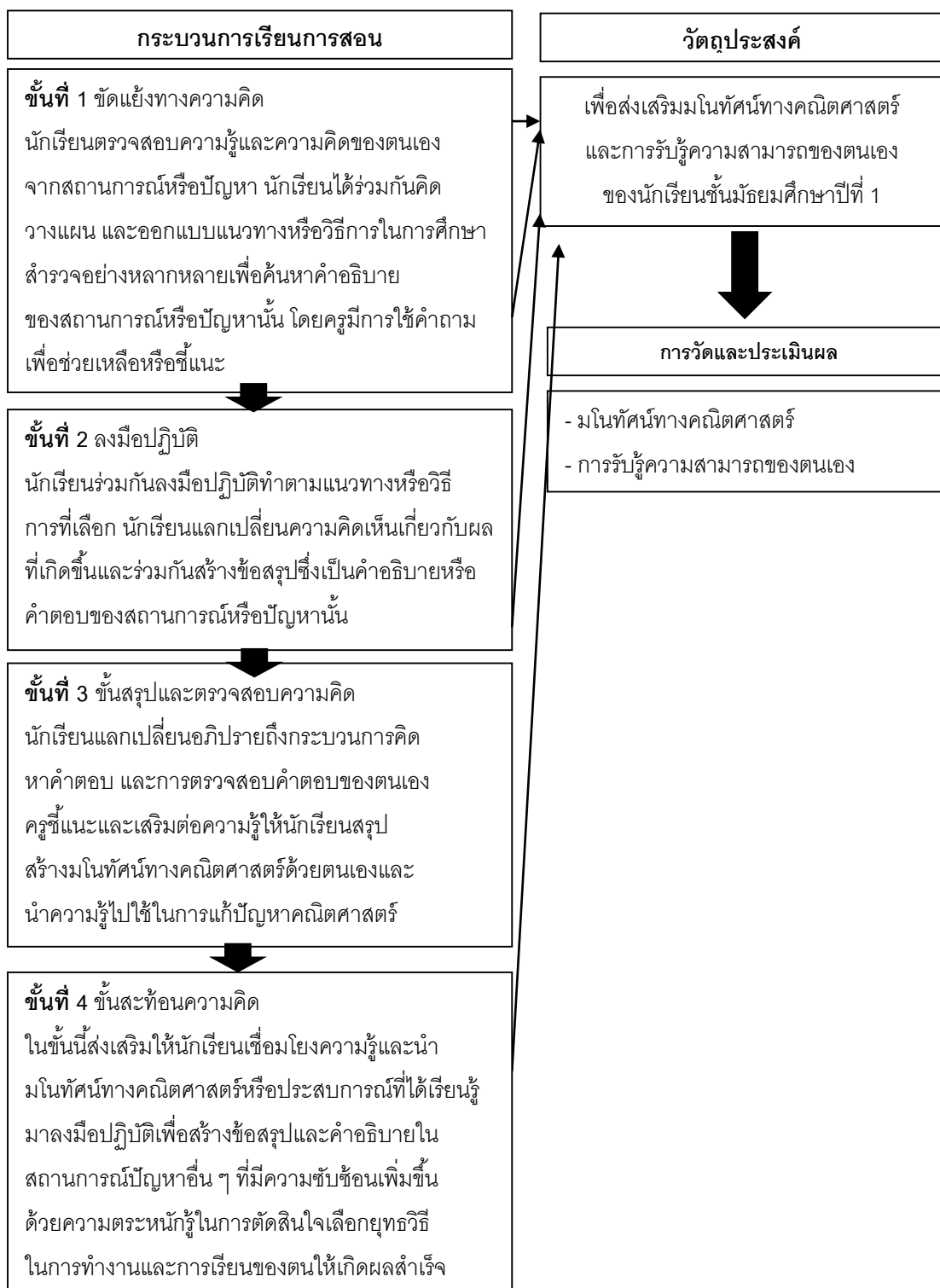
1.1 กระบวนการเรียนการสอน ในการสังเคราะห์กระบวนการเรียนการสอน ซึ่งได้จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับ การออกแบบการเรียนการสอน และวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนในระยะที่ 1 ได้กระบวนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด ในขั้นนี้ นักเรียนตรวจสอบความรู้และความคิดของตนเองจากสถานการณ์หรือปัญหา นักเรียนได้ร่วมกันคิดวางแผน และออกแบบแนวทางหรือวิธีการในการศึกษาสำรวจอย่างหลากหลายเพื่อค้นหาคำอธิบายของสถานการณ์หรือปัญหานั้น โดยครูมีการใช้คำถามเพื่อช่วยเหลือหรือชี้แนะ

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ ในขั้นนี้ นักเรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติทำตามแนวทางหรือวิธีการที่เลือก นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นและร่วมกันสร้างข้อสรุป ซึ่งเป็นคำอธิบาย หรือคำตอบของสถานการณ์ หรือปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 ขึ้นสรุปและตรวจสอบความคิด ในขั้นนี้ นักเรียนแลกเปลี่ยนอภิปรายถึงกระบวนการคิดหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบของตนเอง ครูชี้แนะและเสริมต่อความรู้ให้นักเรียนสรุปสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขึ้นสะท้อนความคิด ในขั้นนี้ ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างข้อสรุป และคำอธิบายในสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ด้วยความตระหนักรู้ในการตัดสินใจเลือกยุทธวิธีในการทำงานและการเรียนของตนให้เกิดผลสำเร็จ



ภาพที่ 6 กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และ วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

ทั้งนี้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด
เมตาคognitionชั้นพื้นฐาน บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอน มีดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognitionชั้นพื้นฐาน

ขั้นตอน การเรียนการสอน	กิจกรรม	บทบาทของครู	บทบาท ของนักเรียน
1. ขั้นขัดแย้ง ทางความคิด	1. ตรวจสอบความรู้/ ความคิด ของนักเรียน โดยการใช้ สถานการณ์ ปัญหา	1. นำเสนอสถานการณ์/ ปัญหาโดยใช้วิธีการ ต่าง ๆ เช่น การใช้ คำถาม อภิปราย ดูวิดีโอการสอน หรือใช้สื่อเทคโนโลยี	1. ศึกษา สืบหา เพื่อสร้างข้อสรุป ในการอธิบาย คำตอบ
	2. ร่วมมือกัน วางแผน และ ออกแบบวิธีการ หลากหลาย เพื่อใช้ใน การอธิบาย สถานการณ์ หรือ คำตอบ ของปัญหา	2. ชี้แนะโดยการใช้คำถาม และเปิดโอกาสให้ นักเรียนคิด ศึกษา สำรวจ วางแผน ตรวจสอบและอธิบาย คำตอบของปัญหานั้น	2. แสดง ความคิดเห็น
	3. รวบรวมข้อมูล และกำหนด ประเด็นปัญหา หรือสร้าง ข้อคาดการณ์ ทางคณิตศาสตร์	3. ดึงเอาคำตอบหรือ ความคิดที่ยังไม่ สมบูรณ์ มาสร้าง ประเด็นให้นักเรียน กำหนดปัญหาที่สำรวจ ตรวจสอบ	3. กำหนดปัญหา หรือสร้าง ข้อคาดการณ์ ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้การสอน	กิจกรรม	บทบาทของครู	บทบาท ของนักเรียน
	ในการเสริมต่อ ความรู้		
2. ขั้นลงมือปฏิบัติ	1. ขยายความรู้ จากสถานการณ์ หรือปัญหาที่ได้ จัดเตรียมไว้ ศึกษา สํารวจ ข้อมูลจาก แหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ เพื่อหา ลักษณะเฉพาะ ลักษณะร่วมกัน สมบัติ หลักการ หรือข้อเท็จ ของเนื้อหาที่เรียน	1. จัดเตรียมสถานการณ์ วัสดุอุปกรณ์ สื่อ การสอนและข้อมูล ต่าง ๆ 2. สังเกตและช่วยเหลือ นักเรียน โดยอาจ ซักถาม หรือ ให้คำแนะนำ เท่าที่จำเป็น	1. ลงมือปฏิบัติ โดยจัดกระทำ วัสดุ อุปกรณ์ / ข้อมูลต่าง ๆ หรือทำ การทดลอง 2. แสดง ความคิดเห็น และสื่อ ความหมาย ข้อมูล หรือ ผลที่ได้กับเพื่อน เพื่อสรุป คำอธิบาย คำตอบ
3. ขั้นสรุป และตรวจสอบ ความคิด	1. สร้างข้อสรุป ในการอธิบาย สถานการณ์ หรือปัญหานั้น 2. เสริมต่อความรู้ ให้นักเรียนสรุป และสร้างความรู้	1. รวบรวมผลการศึกษา ที่นักเรียนค้นพบ 2. แนะนำแนวคิด ข้อเท็จจริง หลักการ ทฤษฎี แบบรูป และความสัมพันธ์ ทางคณิตศาสตร์	1. นำเสนอคำตอบ ที่ได้จาก ข้อค้นพบ สังเกต และรับฟัง ความคิดเห็น 2. นำความรู้ที่ครู แนะนำ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนการสอน	กิจกรรม	บทบาทของครู	บทบาท ของนักเรียน
	และความเข้าใจ ที่มีความหมาย ต่อตนเองใน ประเด็นปัญหา นั้น ให้ชัดเจน	และความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม 3. ช่วยเหลือและให้ คำแนะนำในการสร้าง มโนทัศน์	มาเชื่อมโยง ความสัมพันธ์กับ ผลที่ได้จาก การศึกษา 3. สรุปและสร้าง มโนทัศน์ ด้วยตนเอง
4. ขั้นสะท้อนคิด	1. ตรวจสอบความรู้อยู่ ที่ได้เรียนแล้ว กับสถานการณ์ ปัญหาใหม่ ที่ซับซ้อน หรือ ปัญหาที่เกี่ยวข้อง กับชีวิตประจำวัน 2. แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และประเมินผล สำเร็จของงาน ร่วมกัน	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สถานการณ์ สื่อ การสอนและข้อมูล ต่าง ๆ เพิ่มเติม 2. สังเกตและช่วยเหลือ นักเรียน โดย การซักถาม หรือให้ คำแนะนำเท่าที่จำเป็น 3. ตรวจสอบความรู้ โดยการวัด และประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียน	1. คิดเชื่อมโยง ความรู้ และนำ มโนทัศน์ หรือ ประสบการณ์ ที่ได้เรียนรู้มาใช้ ตัดสินใจเลือก ยุทธวิธีใน การแก้ปัญหา ให้เกิดผลสำเร็จ อย่างรอบคอบ 2. ลงมือปฏิบัติ ตามเป้าหมาย ที่ตั้งไว้ 3. นำเสนอ แลกเปลี่ยน เรียนรู้ และนำ ความรู้ไปใช้ใน สถานการณ์อื่น ๆ ด้วยความมั่นใจ

2. คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน

ในการนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ จำเป็นต้องมีคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้การนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ และบรรลุวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน มีองค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ชั้นสอน การวัดและประเมินผล สื่อ และแหล่งเรียนรู้ และการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้

2.1 หลักการใช้กระบวนการเรียนการสอน

2.1.1 เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการคิด ในการออกแบบแนวทางการค้นหาความรู้ มีการลงมือปฏิบัติและทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.1.2 ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความตระหนักในการคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนมีการวางแผน การกำกับ ตรวจสอบความคิดในการตัดสินใจ เลือกใช้วิธีการเรียนรู้ และการทำงานให้เกิดผลสำเร็จ

2.1.3 ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้

2.2 วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมในทัศนทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.3 ชั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด

ในขั้นนี้ นักเรียนตรวจสอบความรู้และความคิดของตนเองจากสถานการณ์ หรือปัญหา นักเรียนได้ร่วมกันคิดวางแผน และออกแบบแนวทางหรือวิธีการในการศึกษาสำรวจอย่างหลากหลาย เพื่อค้นหาคำอธิบายของสถานการณ์หรือปัญหานั้น โดยครูมีการใช้คำถามเพื่อช่วยเหลือหรือชี้แนะ

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ

ในขั้นนี้ นักเรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติทำตามแนวทางหรือวิธีการที่เลือก นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นและร่วมกันสร้างข้อสรุป ซึ่งเป็นคำอธิบายหรือคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 ชั้นสรุปและตรวจสอบความคิด

ในขั้นนี้ นักเรียนแลกเปลี่ยนอภิปรายถึงกระบวนการคิดหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบของตนเอง ครูชี้แนะและเสริมต่อความรู้ ให้นักเรียนสรุปสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนความคิด

ในขั้นนี้ ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างข้อสรุปและคำอธิบายในสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ด้วยความตระหนักรู้ในการตัดสินใจเลือกยุทธวิธีในการทำงาน และการเรียนของตนให้เกิดผลสำเร็จ

2.4 การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ดำเนินการโดยประเมินผลการสอน ดังนี้

2.4.1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.4.2 การรับรู้ความสามารถของตนเอง

2.5 สื่อและแหล่งเรียนรู้

กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีสื่อ/ แหล่งเรียนรู้ ดังนี้

2.5.1 ผู้รู้ (Expert) เช่น ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ผู้ปกครอง และนักเรียน เป็นต้น

2.5.2 สถานที่ เช่น ห้องสมุดโรงเรียน

2.5.3 หนังสือ คู่มือ เอกสารประกอบการสอน วารสาร บทเรียนแบบโปรแกรม เอกสารแนะนำแนวทาง สื่อมัลติมีเดียและเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ดังนี้

ก. เว็บไซต์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

<http://www.ipst.ac.th/index.php>

ข. เว็บไซต์คลังความรู้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

<https://www.scimath.org/ebooks>

2.5.4 เว็บไซต์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษา <http://www.ipst.ac.th/smath/>

2.5.5 เว็บไซต์คลังสื่อการเรียนรู้ (DLIT Resources) <http://www.dlit.ac.th/pages/resources.php?subjectid=02&subject=>

2.5.8 เว็บไซต์ KARN TV โลกแห่งการเรียนรู้ของเด็ก <http://karn.tv/>

2.5.9 เว็บไซต์สื่อการเรียนรู้ E-learning ของกระทรวงศึกษาธิการ

<http://tiger.acs.ac.th/gallery/E-Learning/>

2.6 การนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้

การนำกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรมีแนวปฏิบัติ ดังนี้

2.6.1 แนวปฏิบัติสำหรับครู

แนวทางที่ครูควรปฏิบัติตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีดังต่อไปนี้

ก. ศึกษากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

ข. ให้คำแนะนำ ชี้แนะ ช่วยเหลือในการทำงานของนักเรียน

ค. ชักถามคำถามเพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและบรรลุเป้าหมายของการเรียนการสอน

ง. อธิบายและให้ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม ให้นักเรียน

จ. แนวปฏิบัติสำหรับนักเรียน แนวทางที่นักเรียนควรปฏิบัติตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 คิด วางแผน และศึกษาสำรวจโดยสืบสอบหาคำตอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากปัญหาหรือสถานการณ์

ขั้นที่ 2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการพูดคุย ชักถาม อภิปรายระหว่างนักเรียนและครู

ขั้นที่ 3 ออกแบบการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบต่าง ๆ

อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 4 อธิบายโต้แย้ง แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกับเพื่อนและครู เพื่อสรุปเป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

3. การออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การออกแบบและจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อดำเนินการตามการจัดการเรียนการสอนของกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน จำนวน 12 แผน ใช้เวลาสอนจำนวน 12 ชั่วโมง ในแต่ละแผนมีโครงสร้าง ดังนี้

- ก. สาระสำคัญ
- ข. จุดประสงค์การเรียนรู้
- ค. สาระการเรียนรู้
- ง. ชั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 3 สรุปและตรวจสอบความคิด และขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด
- จ. สื่อและแหล่งเรียนรู้
- ฉ. การวัดและประเมินผล

3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 12 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งในแต่ละแผนมีโครงสร้างและความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

- ก. มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด
- ข. สาระสำคัญ
- ค. จุดประสงค์การเรียนรู้
- ง. สาระการเรียนรู้
- จ. ชั้นสอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ชั้นสอน และขั้นสรุป
- ฉ. สื่อและแหล่งเรียนรู้
- ช. การวัดและประเมินผล

3.1.3 เนื้อหาที่ใช้สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเนื้อหาที่สอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการและอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

2.2 แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและความเข้าใจสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.3 แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยปรับปรุงแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงจาก Langenfeld and Pajares (1993) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ ไม่มีความมั่นใจ มีความมั่นใจน้อย มีความมั่นใจปานกลาง มีความมั่นใจมาก และมีความมั่นใจมากที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 120-121) วัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 3 ด้าน ดังนี้

- | | |
|---|--------------|
| 2.3.1 ด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน | จำนวน 10 ข้อ |
| 2.3.2 ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ | จำนวน 10 ข้อ |
| 2.3.3 ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน | จำนวน 10 ข้อ |

เกณฑ์ในการประเมิน

มีความมั่นใจมากที่สุด	มีค่าเท่ากับ 5 คะแนน
มีความมั่นใจมาก	มีค่าเท่ากับ 4 คะแนน
มีความมั่นใจปานกลาง	มีค่าเท่ากับ 3 คะแนน
มีความมั่นใจน้อย	มีค่าเท่ากับ 2 คะแนน
มีความมั่นใจ	มีค่าเท่ากับ 1 คะแนน

แปลผลค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์

เกณฑ์การแปลผลแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 121) มีดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 แปลว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในระดับมีความมั่นใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 แปลว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในระดับมีความมั่นใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 แปลว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในระดับมีความมั่นใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 แปลว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในระดับมีความมั่นใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 แปลว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในระดับไม่มีความมั่นใจ
ผลจากระยะที่ 2 การออกแบบกระบวนการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ทำให้ได้โครงร่างของกระบวนการเรียนการสอน คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยต่อไป

ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

ในระยะที่ 3 นี้ เป็นการตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพกระบวนการเรียนการสอนและคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน

1.1 กระบวนการเรียนการสอน

การดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพกระบวนการเรียนการสอน มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 สร้างกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ตามแนวคิดสำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ในระยะเวลาที่ 1 ซึ่งมีองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนตามที่กำหนดในระยะเวลาที่ 2

1.1.2 นำกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาคุรุณิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ กับแนวคิดการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคognition และทฤษฎีการสร้างความรู้ ทั้งนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาคุรุณิพนธ์เห็นว่า กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรนำแนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานมาใช้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและควรปรับ

ชั้นสอนให้สามารถส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง
ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการพิจารณาไปปรับปรุงแก้ไข

1.1.3 นำกระบวนการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ
ตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
จำนวน 5 คน (ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านจิตวิทยา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านการวัด
และประเมินผล) ผู้วิจัยเสนอกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดสำคัญ
วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบ
ความเหมาะสมขององค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน
โดยพิจารณาความสอดคล้องของกระบวนการเรียนการสอนกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อหา
ค่าดัชนีค่าสอดคล้อง (IOC) ของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และนำผลการพิจารณา
หาค่าดัชนีค่าสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน
คือ สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน +1 ไม่แน่ใจ ให้ระดับคะแนน 0 และไม่สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน
-1 ค่าดัชนีค่าสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .5 ถึง 1.00 เป็นข้อที่มีความตรงตามเนื้อหาที่ใช้ได้
สำหรับข้อที่มีค่าต่ำกว่า .5 จะพิจารณาปรับปรุงรายละเอียดของกระบวนการเรียนการสอน
เป็นรายข้อ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70-72)

ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยค่าดัชนีค่าสอดคล้อง
ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ที่ 0.94 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีความเที่ยงตรง
ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยและมีข้อเสนอแนะสรุปได้ ดังนี้

- ก. ชัดแย้งทางความคิด ควรใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง
- ข. ชัดมือปฏิบัติ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อนำไปสู่
การปรับปรุงในการปฏิบัติงาน
- ค. ชัดรูปและตรวจสอบความคิด ครูชี้แนะและเสริมต่อความรู้ให้นักเรียนและสร้าง
มโนทัศน์ที่ถูกต้องให้นักเรียน
- ง. ชัดสะท้อนคิด ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสสะท้อนความคิดด้วยการตอบคำถาม
เกี่ยวกับความรู้สึกที่เกิดขึ้น สิ่งที่เรียนรู้และแนวทางที่จะนำไปปฏิบัติ
- จ. นำผลการพิจารณาไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำกระบวนการเรียนการสอนไปทดลอง
ใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.2 คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน

การดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียด ดังนี้

1.2.1 จัดทำคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป้อมนาคราชวิทยานนท์ โดยให้มีความสอดคล้องกับ กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.2.2 นำคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ความเหมาะสมและความสอดคล้องของ องค์ประกอบต่าง ๆ ของคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน และความสอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอน ทั้งนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์เห็นว่า คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน ควรเพิ่มเติมสื่อและแหล่งเรียนรู้ให้สัมพันธ์และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ รวมทั้งบทบาทของนักเรียน บทบาทของครู ให้มีความชัดเจน ซึ่งผู้วิจัย ได้นำผลการพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

1.2.3 นำคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน (ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านจิตวิทยา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านการวัดและประเมินผล) ผู้วิจัยเสนอคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ ชั้นสอน การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งเรียนรู้ การนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้ แนวปฏิบัติ สำหรับครู และแนวปฏิบัติสำหรับนักเรียนให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของ องค์ประกอบของคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโดยพิจารณา ความสอดคล้องของคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อหา ค่าดัชนีค่าสอดคล้อง (IOC) ของคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และนำ ผลการพิจารณาหาค่าดัชนีค่าสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมี เกณฑ์การให้คะแนน คือ สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน +1 ไม่แน่ใจ ให้ระดับคะแนน 0 และ ไม่สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน -1 ค่าดัชนีค่าสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .5 ถึง 1.00 เป็นข้อที่มีความตรงตามเนื้อหาที่ใช้ได้ สำหรับข้อที่มีค่าต่ำกว่า .5 จะพิจารณาปรับปรุงรายละเอียด ของกระบวนการเรียนการสอนเป็นรายข้อ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70-72)

ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏว่า คู่มือการใช้กระบวนการเรียน การสอน มีความตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีค่าดัชนีค่าสอดคล้องระหว่าง ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่มีคะแนนเฉลี่ย 0.96 ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

- ก. คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน ควรมีรายละเอียดให้สัมพันธ์กับกระบวนการเรียนการสอน
- ข. สื่อการเรียนการสอน ควรเพิ่มการใช้สื่อเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มการดึงดูดความสนใจและกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ต่อปัญหานั้น
- ค. บทบาทของครู ควรใช้คำถามที่ส่งเสริมและกระตุ้นการคิดของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง และจัดกิจกรรมให้นักเรียนอธิบาย เพื่อสะท้อนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่น การเขียนอนุทิน
- ง. นำผลการพิจารณาไปปรับปรุงแก้ไขคู่มือดังกล่าว เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและทดลองใช้

การดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้

การดำเนินการจัดทำและตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามกระบวนการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 12 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ชั้นสอน สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลแผนการจัดการเรียนรู้สร้างตามขั้นตอน ดังนี้

ก. เลือกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 12 แผน ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง

ข. ออกแบบกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นขัดแย้งทางความคิด ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นสรุปและตรวจสอบความคิด และขั้นสะท้อนความคิด

ค. เตรียมสื่อ อุปกรณ์ ข้อมูล และแหล่งศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ฯลฯ ที่คาดว่านักเรียนจะใช้ในระหว่างทำกิจกรรม

ง. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อแผน สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ชั้นสอน สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

จ. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาฯ ปรึกษาหารือตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ ประเมินความเข้าใจของตนเองให้มากที่สุด และมีส่วนร่วมในการพัฒนาตนเอง ครูมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่เรียนรู้ว่าคืออะไร อย่างไร และเมื่อไหร่ ทั้งนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาฯ ปรึกษาหารือเห็นว่า ชั้นสอนในแต่ละชั้นตอน ครูควรจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันและลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด รวมทั้งควรสังเกตพฤติกรรม การเรียนของนักเรียน เพื่อช่วยเหลือและแก้ไขพฤติกรรม การเรียนของนักเรียนและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาฯ ปรึกษาหารือมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

ด. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน (ชุดเดียวกับการประเมินความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอน) พิจารณาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโดยพิจารณาความสอดคล้องของคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อหาค่าดัชนีค่าสอดคล้อง (IOC) ของคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และนำผลการพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน +1 ไม่แน่ใจ ให้ระดับคะแนน 0 และ ไม่สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน -1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .5 ถึง 1.00 เป็นข้อที่มีความตรงตามเนื้อหาที่ใช้ได้ สำหรับข้อที่มีค่าต่ำกว่า .5 จะพิจารณาปรับปรุงรายละเอียดของกระบวนการเรียนการสอนเป็นรายข้อ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70-72)

ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด จำนวน 12 แผน อยู่ระหว่าง .80-1.00 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้ ควรเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ส่งเสริมการรับรู้ความสามารถตนเอง

ข. นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ไม่ใช้กลุ่มทดลอง ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 42 คน เพื่อศึกษาว่ากิจกรรมและวิธีสอนที่นำมาใช้ในแต่ละชั้นตอนการเรียนการสอน มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร ประเด็นใดที่ควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุงในแต่ละชั้นตอน และระยะเวลาที่ใช้

มีความเหมาะสมกับเนื้อหาหรือไม่ ผลการทดลองใช้ พบว่า 1) ครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และรอรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน 2) ครูควรให้คำแนะนำ ชี้แนะช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม คอยชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันคิด และ 3) นำผลการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไข เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2 แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 สร้างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกรวม 120 ข้อ

2.2.2 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ความถูกต้องของการใช้ภาษา มีความเหมาะสมและความสอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ทั้งนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เห็นว่า ควรปรับการใช้ภาษาในแบบทดสอบบางข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

2.2.3 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน (ชุดเดียวกับการประเมินความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอน) พิจารณาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโดยพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบมโนทัศน์กับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ความเหมาะสมของการใช้ภาษาและนำผลการพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน +1 ไม่แน่ใจ ให้ระดับคะแนน 0 และไม่สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน -1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .5 ถึง 1.00 เป็นข้อที่มีความตรงตามเนื้อหาที่ใช้ได้ สำหรับข้อที่มีค่าต่ำกว่า .5 จะพิจารณาปรับปรุงรายละเอียดของกระบวนการเรียนการสอนเป็นรายข้อ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70-72)

ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ มีคะแนนเท่ากับ 1.00 ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรปรับการใช้ภาษาในแบบทดสอบบางข้อ และเสนอให้ตรวจแก้ไขคำผิด ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

2.2.4 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้น ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมโนทัศน์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน และนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) โดยใช้สูตร $P = R / N$ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 97) โดยเลือกคำถามที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 25 เปอร์เซนต์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มสูง 25 เปอร์เซนต์ และกลุ่มต่ำ 25 เปอร์เซนต์ โดยใช้สูตร $r = PU - PL$ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 98) โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .20-1.00 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 103)

ผลการทดลองใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ ดังนี้
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน ผลการทดลองใช้ พบว่า ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.43-0.68 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.37- 0.67 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.91 ซึ่งเป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ที่สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

2.2.5 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ไปจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

การดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 สร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับปรุงจาก Langenfeld and Pajares (1993) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ ไม่มีความมั่นใจ มีความมั่นใจน้อย มีความมั่นใจปานกลาง มีความมั่นใจมาก และมีความมั่นใจมากที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 120-121) วัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 3 ด้าน คือ ด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ และ ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน

2.3.2 นำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ความถูกต้องของการใช้ภาษา มีความเหมาะสมและความสอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ทั้งนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์เห็นว่า ควรปรับการใช้ภาษาในแบบทดสอบบางข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์มาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

2.3.3 ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน (ชุดเดียวกับการประเมินความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอน) พิจารณาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโดยพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ความเหมาะสมของการใช้ภาษา และนำผลการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน +1 ไม่แน่ใจ ให้ระดับคะแนน 0 และไม่สอดคล้อง ให้ระดับคะแนน -1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .5 ถึง 1.00 เป็นข้อที่มีความตรงตามเนื้อหาที่ใช้ได้ สำหรับข้อที่มีค่าต่ำกว่า .5 จะพิจารณาปรับปรุงรายละเอียดของกระบวนการเรียนการสอนเป็นรายข้อ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70-72)

ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ มีคะแนนเท่ากับ 1.00 ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรปรับการใช้ภาษาในแบบทดสอบบางข้อ และเสนอให้ตรวจแก้ไขคำผิด ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะ มาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

2.3.4 ผู้วิจัยนำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง หลังจากนั้น ผู้วิจัยนำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 40 คน และนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ด้วยวิธีของ Cronbach โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient: α) ซึ่งการประเมินความเชื่อมั่น พิจารณาจากเกณฑ์ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544)

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) การแปลความหมายระดับความเที่ยง

มากกว่า .9 ดีมาก

มากกว่า .8 ดี

มากกว่า .7	พอใช้
มากกว่า .6	ค่อนข้างพอใช้
มากกว่า .5	ต่ำ
น้อยกว่าหรือเท่ากับ .5	ไม่สามารถรับได้

ผลการทดลองใช้ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient: α) เท่ากับ 0.86 ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับดี หมายถึง แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

2.3.5 นำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดทำเป็นแบบวัดฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ในระยะที่ 4 เป็นการนำกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพและนำมาปรับปรุงแก้ไข จนได้กระบวนการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ จากระยะที่ 3 มาทดลองใช้จริงซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1. ประชากรและกลุ่มที่ใช้ในการทดลอง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียน 351 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากห้องเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน นักเรียนแต่ละห้อง เป็นนักเรียนที่จัดแบบลดความสามารถได้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 จำนวน 36 คน เป็นกลุ่มควบคุม

1.3 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปฏิบัติหน้าที่ การสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 4 โรงเรียน ครูผู้ให้ข้อมูล

จำนวน 16 คน และนักเรียนโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ ปีการศึกษา 2561 ได้แก่
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ ร่วมกับแนวคิด
เมตาคอกนิชันฐาน

2.2 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.3 การรับรู้ความสามารถของตนเอง

3. แบบแผนการทดลอง

ในการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ผู้วิจัยใช้แบบแผน
การทดลองเป็นแบบสองกลุ่ม ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Two group pretest-posttest
design) ซึ่งลักษณะการออกแบบการทดลอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (รัตนะ บัวสนธิ, 2554,
หน้า 57)

$$O_1 E \quad T \quad O_2 E$$

$$O_1 C \quad \sim T \quad O_2 C$$

$O_1 E$ = คะแนนการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอน
ที่พัฒนาขึ้น

$O_1 C$ = คะแนนการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอน
แบบปกติ

$O_2 E$ = คะแนนการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วย
กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

$O_2 C$ = คะแนนการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หลังการทดลองของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

T = การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน
เป็นฐานเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถ
ของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

~T = การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบปกติ

4. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมในทัศนทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

4.1 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดการรับรู้ความสามารถตนเอง ไปทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น

4.2 ดำเนินการทดลองสอนคณิตศาสตร์ตามกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 40 คน โดยใช้เวลาสัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง จำนวน 3 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง และดำเนินการสอนคณิตศาสตร์ตามกระบวนการเรียนการสอนตามปกติกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 จำนวน 36 คน โดยใช้เวลาสัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง จำนวน 3 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

4.3 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดการรับรู้ความสามารถตนเอง ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น

4.4 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนตามปกติ

2. การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอน

2.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียนใช้สถิติ t-test for dependent ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด

เมตาคอกนิตันเป็นฐานหลังเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิตันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิตันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิตันเป็นฐาน หลังเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2.7 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิตันเป็นฐาน หลังเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติโดยใช้สถิติ t-test for independent ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการศึกษาและพัฒนา

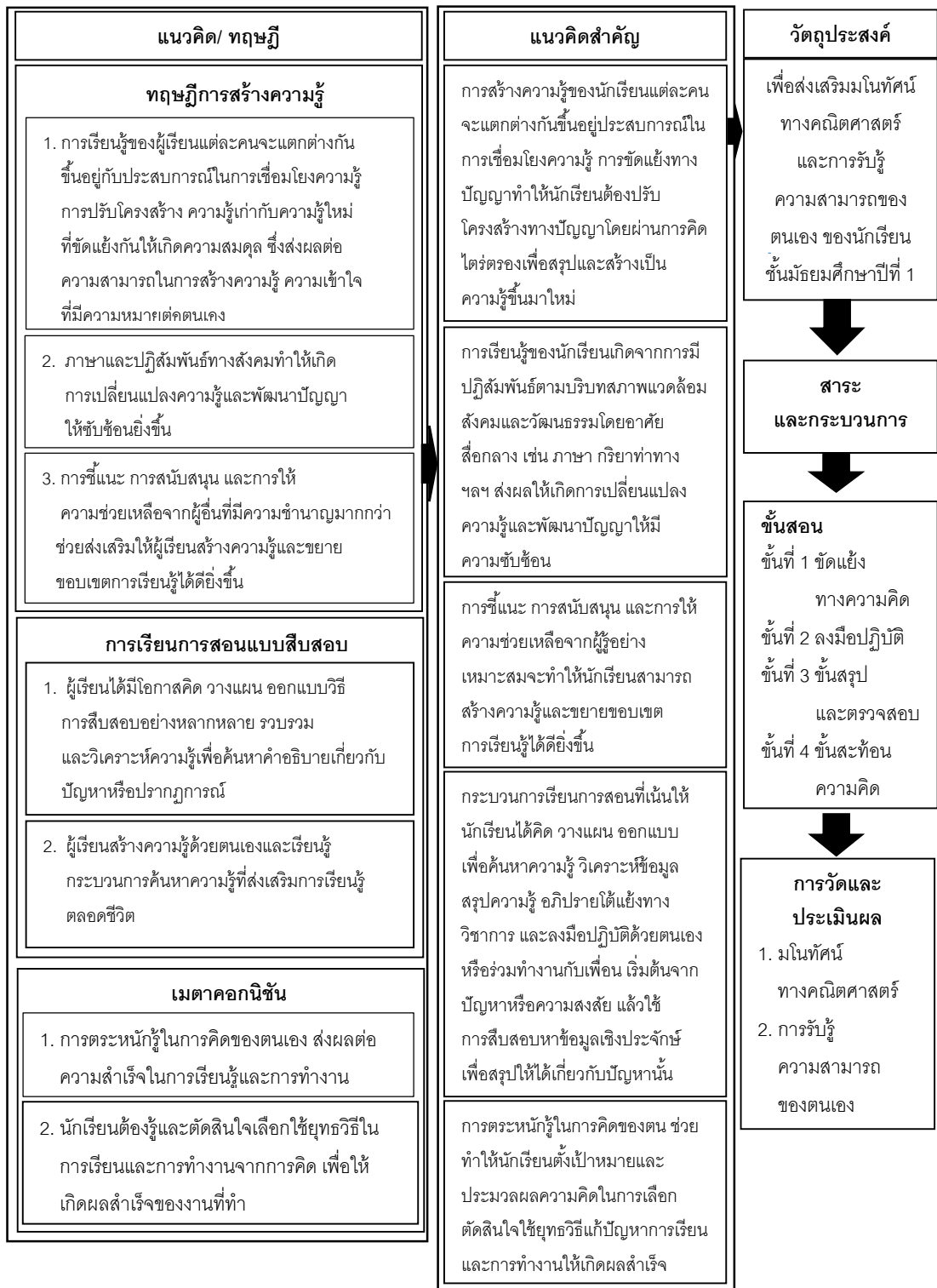
ในการวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ที่มีต่อทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

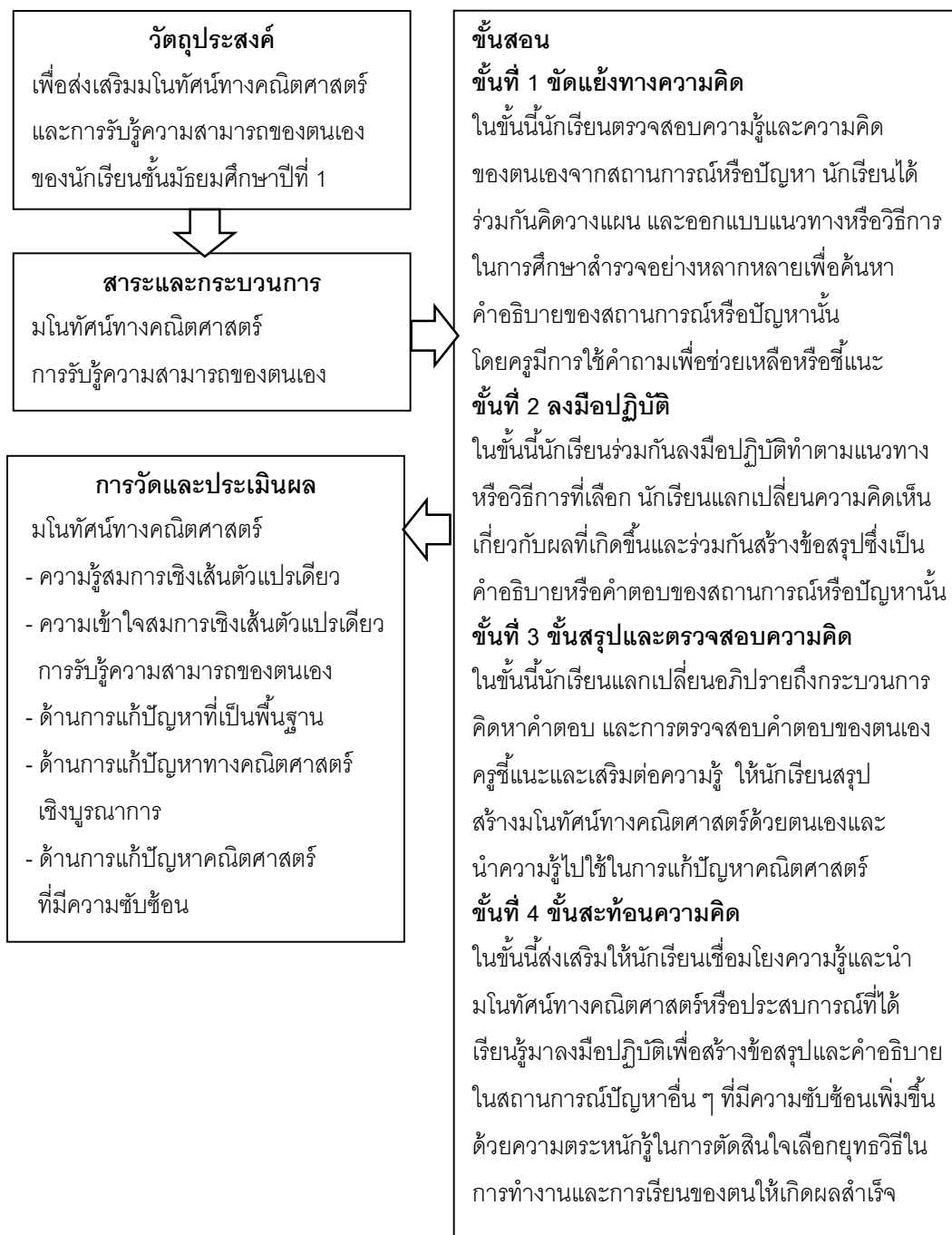
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้พัฒนาขึ้น โดยศึกษาสภาพปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ศึกษาแนวคิดการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานแนวคิดเมตาคอกนิชัน และทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับสร้างกระบวนการเรียนการสอน ผลจากการดำเนินงานดังกล่าว ทำให้ได้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกันแนวคิดเมตาคognition เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ส่งเสริมมโนทัศน์และการรับรู้ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ภาพที่ 8 องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน

จากแผนภาพที่ 8 กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด

ในขั้นนี้ นักเรียนตรวจสอบความรู้และความคิดของตนเองจากสถานการณ์ หรือปัญหา นักเรียนได้ร่วมกันคิดวางแผน และออกแบบแนวทางหรือวิธีการในการศึกษาสำรวจ อย่างหลากหลาย เพื่อค้นหาคำอธิบายของสถานการณ์หรือปัญหานั้น โดยครูมีการใช้คำถาม เพื่อช่วยเหลือหรือชี้แนะ

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ

ในขั้นนี้ นักเรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติทำตามแนวทางหรือวิธีการที่เลือก นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นและร่วมกันสร้างข้อสรุป ซึ่งเป็นคำอธิบายหรือคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 ชั้นสรุปและตรวจสอบความคิด

ในขั้นนี้ นักเรียนแลกเปลี่ยนอภิปรายถึงกระบวนการคิดหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบของตนเอง ครูชี้แนะและเสริมต่อความรู้ให้นักเรียนสรุปสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ชั้นสะท้อนความคิด

ในขั้นนี้ ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างข้อสรุปและคำอธิบายในสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ด้วยความตระหนักรู้ในการตัดสินใจเลือกยุทธวิธีในการทำงาน และการเรียนของตนให้เกิดผลสำเร็จ

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ดำเนินการโดยประเมินผลการสอน ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการวัดและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน

30 ข้อ โดยแบบทดสอบได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว และเป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ดำเนินการวัดและประเมินผลโดยผู้วิจัย ใช้แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงจาก Langenfeld และ Pajares (1993) วัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 3 ด้าน ประกอบด้วย ได้แก่ ด้านการแก้โจทย์ ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ และด้านการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ โดยแบบทดสอบได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว และเป็นวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ที่สามารถนำไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การ สืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ แนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถ ของตนเอง ดำเนินการโดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามกระบวนการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียน การสอนดังกล่าว จากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีรายละเอียดดังนี้

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ แนวคิดเมตาคอกนิชันที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบมโนทัศน์ได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนนิเทศศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ
แนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและร้อยละความก้าวหน้าคะแนนนิเทศศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน

ลำดับที่	คะแนนสอบ		คะแนน ความก้าวหน้า	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	9	21	12	40
2	5	21	16	53
3	10	19	9	30
4	10	20	10	33
5	5	23	18	60
6	9	23	14	47
7	9	22	13	43
8	9	22	13	43
9	10	21	11	37
10	12	22	10	33
11	12	22	10	33
12	10	22	12	40
13	4	21	17	57
14	12	21	9	30
15	11	23	12	40
16	10	21	11	37
17	11	20	9	30
18	5	20	15	50
19	9	19	10	33
20	10	20	10	33

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนสอบ		คะแนน ความก้าวหน้า	ร้อยละ ความก้าวหน้า
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
21	10	20	10	33
22	4	22	18	60
23	8	24	16	53
24	8	21	13	43
25	7	20	13	43
26	5	24	19	63
27	10	23	13	43
28	10	21	11	37
29	6	20	14	47
30	10	24	14	47
31	10	25	15	50
32	9	21	12	40
33	5	21	16	53
34	7	21	14	47
35	10	23	13	43
36	8	20	12	40
37	8	22	14	47
38	9	23	14	47
39	8	20	12	40
40	8	23	15	50
รวมคะแนน	342	861	591	1,730
คะแนนเฉลี่ย	8.55	21.53	12.98	43.3

จากตารางที่ 4 โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 8.55 และค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 21.53 ค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้า 12.98 ร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 43.3 เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นทุกคน มีคะแนนความก้าวหน้าตั้งแต่ 9 ถึง 19 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนนักเรียน	t	p
	(คะแนน)	(\bar{X})	(SD)	(n)		
ก่อนเรียน	30	8.55	2.71	40	27.67*	.000
หลังเรียน	30	21.53	1.45	40		

* $P < .05$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียน เท่ากับ 21.53 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้
การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียน
การสอนแบบปกติหลังเรียน

มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์	คะแนน เต็ม (คะแนน)	คะแนน เฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	จำนวน นักเรียน (n)	t	p
กลุ่มควบคุม	30	17.67	2.01	36	10.14*	.000
กลุ่มทดลอง	30	21.53	1.13	40		

* $P < .05$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ
แนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานหลังเรียนเท่ากับ 21.53 ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วย
กระบวนการเรียนการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การรับรู้ความสามารถของตนเอง

ผลการวิจัยการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ
แนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยใช้แบบวัดการรับรู้
ความสามารถของตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงจาก Langenfeld และ Pajares (1993)
วัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน
ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ และด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มี
ความซับซ้อน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ โดยแบบทดสอบได้ผ่าน
การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว

1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ
แนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน

1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ
แนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน


ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้
การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน

รายการประเมิน	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	(\bar{X})	SD	(\bar{X})	SD
ด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน				
1. 2, 4, 8, 16, ... จงหาตัวเลขถัดไปที่สัมพันธ์กับชุดตัวเลข ที่กำหนดให้	2.68	0.66	3.45	0.68
2. ถ้า $a = b$ แล้ว $b = a$ เมื่อ a และ b แทนจำนวนใด ๆ เป็นสมบัติสมมาตรใช่หรือไม่ อย่างไร	2.95	0.85	3.65	1.05
3. ถ้า $n = 2$ แล้ว $3n = 6$ เป็นสมบัติถ่ายทอดใช่หรือไม่ อย่างไร	2.88	0.94	3.55	0.96
4. จงแก้สมการ $0.6x + 0.5 = 0.14$	2.63	1.06	3.70	0.97
5. จงแก้สมการ $3y + 4 = -17$	2.28	0.91	3.70	1.22
6. จงตรวจสอบว่า 10 เป็นคำตอบของสมการ $Z - 3 = 7$ หรือไม่	2.50	0.96	3.50	0.78
7. วิจัยอาบน้ำไป $1/5$ ของถังแล้ว ยังเหลือน้ำคิดเป็น เศษส่วนเท่าไรของถัง	2.48	0.91	3.63	1.21
8. “สองเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งน้อยกว่า 14 อยู่ 10” เขียนเป็นสมการได้อย่างไร	2.62	0.95	3.42	0.98
9. เขียนนิพจน์ $3x + 4x$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้	2.68	0.99	3.30	1.09
10. เขียนนิพจน์ $2(3m+2)$ ในรูปการกระจายโดยใช้สมบัติ แจกแจงได้	2.57	0.93	3.33	1.16
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน	2.63	0.91	3.52	1.01

ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	(\bar{X})	SD	(\bar{X})	SD
ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ				
11. ประดิษฐ์กล่องบรรจุภัณฑ์เป็นรูปทรงเรขาคณิตได้	2.90	2.90	3.63	0.67
12. วัดขนาดรูปร่างเพื่อการออกแบบและตัดเย็บเสื้อผ้า	3.08	3.08	3.65	1.05
13. แปลงหน่วยการชั่ง การวัดความยาวที่พบในชีวิตประจำวันได้	2.88	2.88	3.55	0.96
14. บอกปริมาตรของน้ำที่ดื่มในแต่ละวันได้	3.03	3.03	3.70	0.97
15. บันทึกและคำนวณรายรับ-รายจ่ายของตนเอง	3.20	3.20	3.70	1.22
16. แปลงหน่วยการชั่ง การวัดความยาวที่พบในชีวิตประจำวันได้	2.93	2.93	3.50	0.78
17. เลือกขนาดกระเบื้องและจำนวนกระเบื้องตามขนาดพื้นที่ได้	2.70	2.70	3.63	1.21
18. คำนวณภาษีสินค้าก่อนรวมภาษีมูลค่าเพิ่มได้	2.70	2.70	3.42	0.98
19. เปรียบเทียบราคาและปริมาณก่อนตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าต่าง ๆ	3.00	3.00	3.30	1.09
20. คาดคะเนโอกาสเหตุการณ์และผลสำเร็จในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ	3.03	3.03	3.33	1.16
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.95	0.96	3.54	1.01
เชิงบูรณาการ				
21. สองเท่าของเงินที่นกมีอยู่มากกว่าเงิน 45 บาท เป็นจำนวนเงิน 135 บาท นกมีเงินเท่าไร	2.60	2.60	3.28	0.93
22. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งมีเส้นรอบรูปยาวสองเท่าของด้านกว้าง ถ้าเส้นรอบรูปเป็น 30 เซนติเมตร รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีด้านกว้างยาวกี่เซนติเมตร	2.65	2.65	3.65	1.05

ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	(\bar{X})	SD	(\bar{X})	SD
23. ซ้อมะนาวแป้นร้อยละ 155 บาท ถ้าจ่ายเงินซื้อมะนาวแป้นไป 620 บาท จะได้มะนาวแป้นกี่ผล	2.95	0.71	3.55	0.96
24. ปริมาณน้ำมันดีเซลบรรจุในถัง 6,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องการแบ่งออกเป็นสองถัง ด้วยอัตราส่วน 7: 3 แต่ละถัง บรรจุน้ำมันดีเซลได้เท่าไร	2.80	0.73	3.70	0.97
25. หนังสือการ์ตูนมี 405 หน้า ชูใจอ่านไปแล้ว 11/ 15 ของจำนวนหน้าทั้งหมดยังเหลือหนังสืออีกกี่หน้า ที่ชูใจยังไม่ได้อ่าน	2.83	0.96	3.70	1.22
26. จงหาจำนวนคู่สามจำนวนที่เรียงติดกัน ซึ่งมีผลบวกเป็น 300	2.78	0.77	3.50	0.78
27. จากรูปที่กำหนดให้ x มีค่าเท่าใด	2.72	0.88	3.63	1.21
				
28. เมื่อห้าปีที่แล้ว ฝาแฝดคู่นี้มีอายุรวมกันเป็น 18 ปี จงหาว่าปัจจุบันฝาแฝดคู่นี้ มีอายุเท่าใด	2.70	0.91	3.42	0.98
29. ถ้าผลบวกของ a กับสามเท่าของ a เท่ากับ 12 บวกกับสองเท่าของ a แล้ว a มีค่าเท่าใด	2.40	0.95	3.30	1.09
30. ในวันเข้าพรรษามีผู้ไปทำบุญที่วัด ปรากฏว่าเป็นผู้สูงอายุ $\frac{2}{3}$ ของผู้ไปร่วมทำบุญทั้งหมด ถ้ามีผู้สูงอายุจำนวน 100 คน ผู้ไปทำบุญที่วัดทั้งหมด มีกี่คน	2.75	0.81	3.33	1.16
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน	2.72	0.87	3.51	1.04
ค่าเฉลี่ยรวม	2.63	0.49	3.52	1.45

จากตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่านักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมีความมั่นใจมาก ($\bar{X} = 3.52$) และนักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองมากที่สุด คือ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ ($\bar{X} = 3.54$) ส่วนด้านที่นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองน้อยที่สุด คือ ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ($\bar{X} = 3.51$)

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน

การรับรู้ ความสามารถ ของตนเอง	คะแนน เต็ม (คะแนน)	คะแนน เฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	จำนวน นักเรียน (n)	t	p
ก่อนเรียน	30	2.63	0.49	40	10.22*	.000
หลังเรียน	30	3.52	1.45	40		

* $P < .05$

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนเท่ากับ 3.53 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน

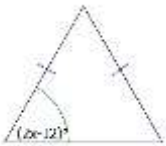
ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดย
 ใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการ
 การเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน

รายการประเมิน	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	(\bar{X})	SD	(\bar{X})	SD
ด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน				
1. 2, 4, 8, 16, ... จงหาตัวเลขถัดไปที่สัมพันธ์กับชุดตัวเลขที่กำหนดให้	2.64	1.05	3.45	0.68
2. ถ้า $a = b$ แล้ว $b = a$ เมื่อ a และ b แทนจำนวนใด ๆ เป็นสมบัติสมมาตรใช่หรือไม่ อย่างไร	2.61	1.10	3.65	1.05
3. ถ้า $n = 2$ แล้ว $3n = 6$ เป็นสมบัติถ่ายทอดใช่หรือไม่ อย่างไร	2.81	1.17	3.55	0.96
4. จงแก้สมการ $0.6x + 0.5 = 0.14$	2.78	1.07	3.70	0.97
5. จงแก้สมการ $3y + 4 = -17$	2.83	1.21	3.70	1.22
6. จงตรวจสอบว่า 10 เป็นคำตอบของสมการ $Z - 3 = 7$ หรือไม่	2.86	1.05	3.50	0.78
7. วิชัชอบน้ำไป $1/5$ ของถังแล้ว ยังเหลือน้ำคิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของถัง	2.61	0.87	3.63	1.21
8. “สองเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งน้อยกว่า 14 อยู่ 10” เขียนเป็นสมการได้อย่างไร	2.89	1.12	3.43	0.98
9. เขียนนิพจน์ $3x + 4x$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้	2.92	1.11	3.30	1.09
10. เขียนนิพจน์ $2(3m+2)$ ในรูปการกระจายโดยใช้สมบัติแจกแจงได้	2.64	1.02	3.33	1.16
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน	2.63	0.92	3.55	0.76

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	(\bar{X})	SD	(\bar{X})	SD
ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ				
11. ประดิษฐ์กล่องบรรจุภัณฑ์เป็นรูปทรงเรขาคณิตได้	2.81	1.09	3.63	0.67
12. วัดขนาดรูปร่างเพื่อการออกแบบและตัดเย็บเสื้อผ้า	2.81	1.11	3.65	1.05
13. แปลงหน่วยการชั่ง การวัดความยาวที่พบในชีวิตประจำวันได้	3.00	1.15	3.55	0.96
14. บอกปริมาตรของน้ำที่ดื่มในแต่ละวันได้	2.92	1.13	3.70	0.97
15. บันทึกและคำนวณรายรับ-รายจ่ายของตนเอง	2.83	1.21	3.70	1.22
16. แปลงหน่วยการชั่ง การวัดความยาวที่พบในชีวิตประจำวันได้	2.86	1.04	3.50	0.78
17. เลือกขนาดกระเบื้องและจำนวนกระเบื้องตามขนาดพื้นที่ได้	2.61	0.87	3.63	1.21
18. คำนวณภาษีสินค้าก่อนรวมภาษีมูลค่าเพิ่มได้	2.89	1.12	3.43	0.98
19. เปรียบเทียบราคาและปริมาณก่อนตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าต่าง ๆ	2.92	1.11	3.30	1.09
20. คาดคะเนโอกาสเหตุการณ์และผลสำเร็จในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ	2.64	1.02	3.33	1.16
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ	2.81	0.97	3.63	0.71
เชิงบูรณาการ				
21. สองเท่าของเงินที่นงมีอยู่มากกว่าเงิน 45 บาท เป็นจำนวนเงิน 135 บาท นงมีเงินเท่าไร	2.56	1.05	3.28	0.93
22. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งมีเส้นรอบรูปยาวสองเท่าของด้านกว้าง ถ้าเส้นรอบรูปเป็น 30 เซนติเมตร รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีด้านกว้างยาวกี่เซนติเมตร	2.58	1.08	3.65	1.05

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	(\bar{X})	SD	(\bar{X})	SD
23. ซื้อมะนาวแป้นร้อยละ 155 บาท ถ้าจ่ายเงินซื้อมะนาวแป้นไป 620 บาท จะได้มะนาวแป้นกี่ผล	2.75	1.16	3.55	0.96
24. ปริมาณน้ำมันดีเซลบรรจุในถัง 6,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องการแบ่งออกเป็นสองถัง ด้วยอัตราส่วน 7: 3 แต่ละถัง บรรจุน้ำมันดีเซลได้เท่าไร	2.72	1.06	3.70	0.97
25. หนังสือการ์ตูนมี 405 หน้า ชูใจอ่านไปแล้ว 11/ 15 ของจำนวนหน้าทั้งหมดยังเหลือหนังสืออีกกี่หน้า ที่ชูใจยังไม่ได้อ่าน	2.83	1.21	3.70	1.22
26. จงหาจำนวนคู่สามจำนวนที่เรียงติดกัน ซึ่งมีผลบวกเป็น 300	2.87	1.05	3.50	0.78
27. จากรูปที่กำหนดให้ x มีค่าเท่าใด	2.61	0.87	3.63	1.21
				
28. เมื่อห้าปีที่แล้ว ฝาแฝดคู่นี้มีอายุรวมกันเป็น 18 ปี จงหาว่าปัจจุบันฝาแฝดคู่นี้ มีอายุเท่าใด	2.89	1.12	3.43	0.98
29. ถ้าผลบวกของ a กับสามเท่าของ a เท่ากับ 12 บวกกับสองเท่าของ a แล้ว a มีค่าเท่าใด	2.92	1.11	3.30	1.09
30. ในวันเข้าพรรษามีผู้ไปทำบุญที่วัด ปรากฏว่าเป็นผู้สูงอายุ $\frac{2}{3}$ ของผู้ไปร่วมทำบุญทั้งหมด ถ้ามีผู้สูงอายุจำนวน 100 คน ผู้ไปทำบุญที่วัดทั้งหมด มีกี่คน	2.64	1.02	3.30	1.16
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน	2.56	0.93	3.46	0.87
ค่าเฉลี่ยรวม	2.77	0.70	3.52	0.49

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียน เท่ากับ 3.52 ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนปกติ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีการรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมีความมั่นใจมาก ($\bar{X} = 3.52$) และนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนปกติ มีการรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมีความมั่นใจปานกลาง ($\bar{X} = 2.77$)

4. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน

การรับรู้ ความสามารถ ของตนเอง	คะแนน เต็ม (คะแนน)	คะแนน เฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	จำนวน นักเรียน (n)	t	p
กลุ่มควบคุม	30	2.77	0.70	36	5.33*	.000
กลุ่มทดลอง	30	3.52	0.49	40		

* P < .05

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 3.52 สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยและการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากห้องเรียนทั้งหมด 10 ห้องเรียน ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 จำนวน 36 คน เป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น 2) แบบทดสอบทัศนคติทางคณิตศาสตร์ 3) แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพ และทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น จากการดำเนินการวิจัยทั้ง 4 ระยะสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพ ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติ TIMSS 2015 และ PISA 2015 ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555-2560 และสนทนาแบบไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 4 โรงเรียน รวม 16 คน และนักเรียนโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ได้แก่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 คน และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คน

เกี่ยวกับสภาพความต้องการและปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสนทนาแบบไม่เป็นทางการ ในประเด็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างกระบวนการเรียนการสอน ผู้วิจัยศึกษา วิเคราะห์ทฤษฎี แนวคิด เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน จากนั้น พัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ สาระและกระบวนการ ชั้นสอน และการวัดและประเมินผล

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

ในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ในระยะที่ 1 เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ดังนี้

1. ออกแบบกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ประกอบด้วยชั้นสอน 4 ชั้นตอน ได้แก่ ชั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด ชั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ ชั้นที่ 3 สรุปและตรวจสอบความคิด และชั้นที่ 4 สะท้อนความคิด

2. ออกแบบคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อให้การนำกระบวนการสอนไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย องค์ประกอบ ดังนี้ หลักการ วัตถุประสงค์ ชั้นสอน การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งเรียนรู้ การนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้

3. ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 12 แผน ใช้เวลาสอนจำนวน 12 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ประกอบด้วย ชั้นสอน 3 ชั้นตอน ได้แก่ ชั้นนำ ชั้นสอน และชั้นสรุป จำนวน 12 แผน ใช้เวลาสอนจำนวน 12 ชั่วโมง

3.2 แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยวัดความรู้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.3 แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ ไม่มีความมั่นใจ มีความมั่นใจน้อย มีความมั่นใจปานกลาง มีความมั่นใจมาก และ มีความมั่นใจมากที่สุด โดยวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ และด้านการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน

ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพ และทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

ในระยะที่ 3 เป็นการตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพกระบวนการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาฯ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ หลังจากนั้นนำกระบวนการเรียนการสอนที่แก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ผลปรากฏว่า กระบวนการเรียนการสอนมีคะแนนเฉลี่ยความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ 0.94 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้ได้ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้

2. การตรวจสอบคุณภาพคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้นำคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาฯ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ หลังจากนั้น นำกระบวนการเรียนการสอนที่แก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ผลปรากฏว่า คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน มีคะแนนเฉลี่ยความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ 0.96 เป็นคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้ได้

3. การตรวจสอบคุณภาพและทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาฯ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ หลังจากนั้น นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ผลปรากฏว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 แผน มีคะแนนความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ระหว่าง 0.8-1.0 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้

ไปทดลองใช้สอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 42 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้วิธีการสลับหน่วยการเรียนรู้ไม่ให้สอนพร้อมกัน ซึ่งการสลับหน่วยการสอนไม่มีผลกระทบต่อนักเรียน เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ไม่ได้ต่อเนื่องกัน

4. การตรวจสอบและทดลองใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของการใช้ภาษา และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้สมบูรณ์ หลังจากนั้น นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่แก้ไขแล้ว เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ผลปรากฏว่า แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ 1.0 เป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และผู้วิจัยนำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ผลการทดลองใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปผลการทดลองใช้ พบว่า ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.43-0.68 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.37-0.67 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.91 ซึ่งเป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ที่สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

5. การตรวจสอบและทดลองใช้แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ผู้วิจัยได้นำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของการใช้ภาษา และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองให้สมบูรณ์ หลังจากนั้น นำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่แก้ไขแล้วเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ผลปรากฏว่า แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีคะแนนเฉลี่ยความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ 1.0 เป็นการรับรู้ความสามารถของตนเองที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และผู้วิจัยนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ภาคเรียนที่ 2 (กลุ่มเดิมที่ทดลองใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์) โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ผลการทดลองใช้แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient: α) เท่ากับ 0.86 ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับดี หมายถึง แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ในระยะที่ 4 เป็นการนำกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพ และนำมาใช้ปรับปรุงแก้ไขจนได้กระบวนการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ จากระยะที่ 3 มาทดลองใช้จริง เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอน มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 จำนวน 36 คน เป็นกลุ่มควบคุม
2. นำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่พัฒนาขึ้น ใช้กับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
3. ศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองเป็นสองกลุ่ม ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Two group pretest-posttest design) ดังนี้
 - 3.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป
 - 3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียนใช้สถิติ t-test for dependent ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป
 - 3.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป
 - 3.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.7 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน หลังเรียนกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

สรุปผลการวิจัย

1. ได้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ วัตถุประสงค์สาระและกระบวนการ ชั้นสอน และการวัดและประเมินผล ซึ่งมีผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงของกระบวนการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ มีคะแนนเฉลี่ยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.94 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัย และสามารถนำไปใช้ได้

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและร้อยละความก้าวหน้าคะแนนทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน พบว่า โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยคะแนนทัศนคติทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนเท่ากับ 8.55 และค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 21.53 ค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้า 12.98 ร้อยละความก้าวหน้าเท่ากับ 43.3 เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้น ทุกคนมีคะแนนความก้าวหน้าตั้งแต่ 9 ถึง 19 คะแนน แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้

การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 21.53 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 21.53 ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

5. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมีความมั่นใจมาก ($\bar{X} = 3.52$) และนักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองมากที่สุด คือ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ ($\bar{X} = 3.54$) ส่วนด้านที่นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองน้อยที่สุด คือ ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ($\bar{X} = 3.51$)

6. ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถหลังเรียนเท่ากับ 3.53 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับ แนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียนกับ 3.52 ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยมีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด เมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถ ของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลนั้น สรุปได้สาระสำคัญต่อไปนี้ 1) กระบวนการเรียนการสอนได้ผ่านการตรวจ พิจารณาความตรงตามเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิว่า กระบวนการเรียนการสอนมีความตรงตามเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.94 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัยและสามารถนำไปใช้ได้ และ 2) กระบวนการเรียน การสอน ใช้แนวทางการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานและแนวคิดเมตาคอกนิชันมาสังเคราะห์ เป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีขั้นตอนการดำเนินการ และมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน จนทำให้การดำเนินการสอนบรรลุเป้าหมาย ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ดังที่ Joyce, Weil and Calhoun (2004, p. 25), ทิศนา แคมมณี (2555, หน้า 201-204) ได้ระบุว่า การนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ไปใช้ได้ต้องมี ประสิทธิภาพ ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในเชิงสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข จะช่วยให้ได้กระบวนการเรียนการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สรุปได้ สาระสำคัญต่อไปนี้ 1) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ย ทัศนคติทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเอง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ ดังที่

ยูพิน พิพิธกุล และปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 7-16) ได้ระบุว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ เป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่ครูจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนค้นหาข้อมูล และความจริง เพื่ออธิบายปัญหานั้น โดยนักเรียนเป็นผู้สืบสอบด้วยการตั้งคำถามและสามารถสรุป ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่ช่วยฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ฝึกให้ นักเรียนรู้จักอภิปรายและทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล และฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหานั้นโดยละเอียด และสอดคล้องกับ Krulik, Rudnick and Milou (2003, p. 7) ได้กล่าวว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ในระหว่าง เรียน โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว การสอนที่มีประสิทธิภาพ ครูต้องสร้าง สิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ ไม่ใช่แค่เรียนรู้ข้อเท็จจริงอย่างเดียว การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนคนอื่นและครู เป็นการขยายขอบเขต การเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และในงานวิจัยของ อลิสรา ชมชื่น (2550, หน้า 167) พบว่า นักเรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทั้งโดยการกระทำกับวัตถุ การคิด การคำนวณ การแสดงเหตุผล ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียน ได้รับความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนจะนำความรู้ดังกล่าวมาเรียบเรียงให้เกิด มโนทัศน์ หรือข้อสรุปที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ และยังสามารถแลกเปลี่ยนข้อสรุปของตนเองกับเพื่อน ๆ ทำให้นักเรียนมองเห็นความบกพร่อง จุดดี จุดเด่นของความคิดและข้อสรุปของตนเองและเพื่อน ด้วย แล้วนำความคิดเห็น สิ่งที่สังเกตจากการทำกิจกรรมและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน และครูมาปรับปรุงข้อสรุปมโนทัศน์ หรือความรู้ของตนเองให้ดีขึ้น และจากงานวิจัยของ Bandura และ Cervone (1986) ได้พบว่า กลุ่มที่มีการตั้งเป้าหมายร่วมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ มีแรงจูงใจ ในการทำงานและรับรู้ความสามารถของตนในการทำงานมากกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ภวิกา ภักษา (2553) ได้ศึกษาผลการตั้งเป้าหมายที่มีต่อการพัฒนาความสามารถ ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กลุ่มที่ฝึกตั้งเป้าหมายแบบมุ่งการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยคะแนน ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ นอกจากนี้ Bandura และ Schunk (1981) ได้ระบุในงานวิจัยว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ ในวิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยที่พบว่า กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด

เมตาคอกนิชันเป็นฐาน มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยเห็นว่า สามารถนำผลการวิจัยนี้ ไปใช้กับนักเรียนในโรงเรียนอื่นได้ โดยมีข้อเสนอแนะในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ครูสามารถเลือกใช้กระบวนการเรียนการสอนนี้ ไปใช้สอนนักเรียนให้มีความรู้มโนทัศน์ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษา ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิด

2. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ครูสามารถนำไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น เพราะการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์

3. กระบวนการเรียนการสอนนี้ มุ่งให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตนเองให้มีความสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต และสามารถกำหนดเป้าหมายในการวางแผน ตรวจสอบ และประเมินความคิดของตนเองในการตัดสินใจเลือกทำงานและการเรียนให้มีประสิทธิผลด้วยความมุ่งมั่นตั้งใจ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้ครูใช้เวลาอธิบายเนื้อหาลดลง และเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ช่วยเหลือ ส่งเสริมและปรับพฤติกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ เป็นงานวิจัยเพื่อสร้างกระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งน่าจะได้นำกระบวนการเรียนการสอนนี้ ไปทดลองใช้ศึกษากับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาการใช้ภาษาและการพัฒนาทักษะการทำงาน

2. ควรศึกษาผลการนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ไปใช้สอนกับนักเรียนมัธยมศึกษาในระดับอื่น ๆ เพื่อศึกษาความเหมาะสมและข้อจำกัดของกระบวนการเรียนการสอนต่อไป

3. ควรมีการศึกษาและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์การรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยใช้แนวคิด ทฤษฎีที่แตกต่างออกไปจาก

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งอาจได้กระบวนการเรียนการสอนที่มีขั้นตอนการเรียน
การสอนที่หลากหลาย และเอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนต่อไป

บรรณานุกรม

- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). *การคิดเชิงมโนทัศน์ Conceptual thinking* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชัคเซสมิเดีย.
- คำเพย พิภักดวงศ์. (2551). *การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในนครหลวงเวียงจันทน์*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีวิทยาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จันทร์พร พรหมมาศ. (2541). *ผลการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์พร พรหมมาศ, เต๋นชัย ปรารบจันดี, วัทัญญ วุฒิวรรณ และจากรุวรรณ ธรรมศิลป์. (2560). *รายงานการวิจัยและพัฒนาศักยภาพด้านการเรียนการสอนของครูสังกัดเทศบาลนครแหลมฉบัง: ความสามารถด้านการสอนโดยใช้ภาษาอังกฤษเป็นสื่อในการสอนเนื้อหาวิชา ระยะเวลาที่ 2*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จันทร์พร พรหมมาศ, เต๋นชัย ปรารบจันดี, วัทัญญ วุฒิวรรณ และจากรุวรรณ ธรรมศิลป์. (2562). *เอกสารประกอบโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาศักยภาพด้านการเรียนการสอนของครูสังกัดเทศบาลนครแหลมฉบัง: ความสามารถด้านการสอนโดยใช้ภาษาอังกฤษเป็นสื่อในการสอนเนื้อหาวิชาระยะเวลาที่ 3*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชลกานต์ ชมภู. (2559). *ผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ดิษพล เนตรนิมิต. (2558). *ผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- ทงเกียรติ พลไชยา. (2556). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อ เมตาคognition
ความเข้าใจ มโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
ของนักเรียน โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย. ศึกษานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต,
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.*
- ทศนา เขมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป
แมนเนจเม้นท์.*
- ทศนา เขมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.*
- ทศนา เขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่16). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.*
- นพพร แหยมแสง. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
รามคำแหง.*
- นภัสสร พุฒตยาดี. (2552). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดเชิงเมตาคognition
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตร
และการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.*
- บุญใจ ชะเอม. (2551). *การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคognition
ในการเรียนแบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จ
เจ้าพระยา.*
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.*
- ปฎิมาภรณ์ ธรรมเดชะ. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดพื้นที่เสรีสำหรับ
การสานเสวนาและการสืบสอบ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ด้านความเป็นพลเมืองและ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ประเด็นทางสังคม ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.
ศึกษานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*

- พิเชษฐ โพนสิม. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเมตาคognition
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอน
แบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พีชานิกา เพชรสังข์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ
การสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์,
บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรอณี ชูทัย เจนจิต. (2550). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: เกรทเอดดูเคชั่น.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียร ยินดีสุข. (2557). สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ.
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธี และเทคนิค
การสอน. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2558). ความคิดอภิमान. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ภวิกา ภักษา. (2553). ผลการตั้งเป้าหมายที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์
และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาจิตวิทยาการศึกษา, คณะครุศาสตร์,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนต์ชัย พงศกรนฤงษ์. (2552). พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม.
ดุสิตนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2552). บันคูกคณิตสู่ความเป็นเลิศ. เข้าถึงได้จาก <http://www.komchadluek.net/news/edu-health/30583>
- ยุพิน พิพิธกุล. (2556). รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมศาสตร์.

- รัชกร ประสิทธิ์เตสัง. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. ดุษฎีนิพนธ์
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รัตน์ะ บัวสนธ์. (2554). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครสวรรค์:
ริมปิง.
- วัชรวิภา เล่าเรียนดี, ปริญญา กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์. (2560). กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้
เชิงรุก เพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษา สำหรับศตวรรษที่ 21.
นครปฐม: เพชรเกษมพรีนติ้ง.
- วินัย คำสุวรรณ. (2558). มโนทัศน์และการวิจัยความเข้าใจคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:
แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2558). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง. กรุงเทพฯ: พัฒนา
คุณภาพวิชาการ.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2547). ความรู้และทักษะของเยาวชนไทยสำหรับโลกวันพรุ่งนี้. กรุงเทพฯ: เซเว่น.
- สุพรรณิ คำนันท์. (2552). ผลของการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบค้นพบ
ด้วยวิธีอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์
ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพัตรา จันทระโษษิต. (2552). ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิค
การลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถ
ในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2559). *การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ดุษฎีนิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุภาวดี คำนาดี. (2551). *การวิจัยและพัฒนากระบวนการกำกับตนเองสำหรับการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง เจตคติ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครุคณิตศาสตร์มีอาชีพ เส้นทางสู่ ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. เข้าถึง ได้จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9IdUNfTIk/view>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2561*. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสทกรณ การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. เข้าถึงได้จาก <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/repoarts2015>

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.newonetrresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2561 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. เข้าถึงได้จาก <https://www.scimath.org/ebook-mathematics/item/8380-2560-2551-8380>
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัยฉบับราชบัณฑิตยสภา*. กรุงเทพฯ: สามัญนิติบุคคลเจ็ยฮั่ว.
- หทัยรัตน์ ยศแผ่น. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อ การเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อลิสา ชมชื่น. (2550). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยบูรณาการทฤษฎีการพัฒนา ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารและการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิสิทธิ์ โคตรนรินทร์. (2555). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้ยุทธวิธี เมตาคอกนิชัน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรพรรณ เลื่อนแป้น. (2555). *การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน มัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2556). *จิตวิทยาการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช.
- อัมพร ม้าคอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคอง. (2559). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.

กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อ้อมฤดี แซ่มอุบล. (2553). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ที่เน้นการใช้คำถามหวนความคิดเห็นหกใบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อำภารัตน์ ผลสุวรรณ. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความน่าจะเป็นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิดและความมีวินัยในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุเทน วาหา. (2560). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสังคมศึกษาโดยประยุกต์แนวคิดชุมชนเป็นฐานการเรียนรู้และทฤษฎีการสร้างความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น*. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

Ausubel, D. P. (1986). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Beyer, B. (1987). *Practical strategies for the teaching of thinking*. Boston: Allyn and Bacon.

Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. New Jersey: Prentice-Hall.

Bandura, A., (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H. Freeman.

Bandura, A., & Schunk, D.H. (1981). *Cultivating competence, self-efficacy and intrinsic interest through proximal self-motivation*. *Journal of Personality and social Psychology*, 41, 586-598.

- Bandura, A., & Cervone, D. (1986). Differential engagement of self-efficacy and Intrinsic in cognitive motivation. *Organizational Behavior and Human Decision Process*, 38, 92-113.
- Bruner, J. S. (1978). *Toward a theory of Instruction*. Massachusetts: Bellkna.
- Callard, C. H. (2001). *An in-depth look at students' learning in an eighth-grade mathematics classroom informed by an inquiry approach* Retrieved from <https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview276500944?accountid=44783>
- Cangelosi, J. S. (1996). *Teaching mathematics in secondary and middle school: Research-based approaches*. New York: Merrill.
- Champion, J. K. (2010). *The mathematics self-efficacy and calibration of students in a secondary mathematics teacher preparation program*. Retrieved from <https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview/516275195?accountid=44783>
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44
- Cooney, T. J., Davis, E.J., & Herderson, K. B. (1975). *Dynamics of teaching secondary school mathematics*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher*. 70(6), 56-59.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (1993). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Freyer, D. A., Fredick, C. W., & Klausmie, H. J. (1969). A Schema for Testing the Level of concept mastery. *Working Paper*, 16, 12-36.
- Gagne, R. M. (1977). *The condition of learning*. New York: Holt & Rinehart and Winston.
- Good, C. V. (1959). *Dictionary of education*. United States of America: McGraw-Hill Book Company.
- Hine, G., Reaburn, R., Anderson, J., Galligan, L., Carmichael, C., Cavanagh, M., Ngu, B., & White, B. (2016). *Teaching secondary mathematics*. Port Melbourne, Australia: Cambridge University Press.

- Jonassen, D. H. (1991). Evaluating constructivist learning. *Educational Technology*, 36(9), 28-33.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2004). *Models of teaching*. Boston: Pearson Education.
- Kilbane, C. D., & Milman, N. B. (2014). *Teaching models: Designing instruction for 21st century learners*. New Jersey: Pearson Education.
- Krulik, S., Rundnick, J., & Milou, E., (2003). *Teaching mathematics in middle school: A practical guide*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kruse, K. (2009). *Introduction to Instructional Design and the ADDIE Model*. Available from http://www.transformativedesigns.com/id_systems.html
- Langenfeld, T. E., & Pajares, F. (1993). *The mathematics self-efficacy scale: A validation study*. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED364413>
- Livingston, J. A. (2003). *Metacognition: An overview*. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED474273>
- Lederman, J. S. (1970). *Teaching scientific inquiry: Exploration, direct, guided, and opened-ended levels*. Chicago: Ilnoids.
- Lewis, B. (2009). *Inquiry-based instruction in geometry: The impact on end of course geometry test scores*. Retrieved from <https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview/305079283?accountid=44783>
- Llewellyn, D. (2005). *Teaching high school science through inquiry: A case study approach*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Llewellyn, D. (2013). *Teaching high school science through inquiry and argumentation* (2nded). Thousand Oaks: California Corwin.
- McCallie, A. N. (2016). *The impact of self-reflection on sixth grade students in a mathematics course*. Retrieved from <https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview/1821368845?accountid=44783>
- Matty, A. N. (2016). *A study on how inquiry based instruction impacts student achievement in mathematics at the high school level*. Retrieved from <https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview/1864676824>

- National Council of Educational Research and Training. (2012). *Pedagogy of mathematics: Textbook for two-year B.Ed. course*. New Delhi: National Council of Educational Research and Training.
- Posamentier, A. S., Germain-Williams, T. L., & Daniel J. (2013). *What successful math teachers do, grades 6-12: 80 research-based strategies for the common core-aligned classroom*. Thousand Oaks, California: Corwin.
- Ramdass, D. H. (2009). *Improving fifth grade students' mathematics self-efficacy calibration and performance through self-regulation training*. Retrieved from <https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview/304870565?accountid=44783>
- 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.
- Sheffield, L. J., & Cruikshank, D. E. (2000). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics*. New York: John Wiley & Sons.
- Schunk, D. H. (2014). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed). Harlow: Pearson.
- Seel, B., & Glasgow, T. (1990). *Exercises in instructional design*. Columbus: Merrill.
- Thompson, D. J. B. (2007). *Effects of evaluative feedback on math self-efficacy, grade self-efficacy, and math achievement of ninth grade algebra students: A longitudinal approach*. Retrieved from <https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview/304847775?accountid=44783>
- Toumasis, C. (1995). Concept worksheet: An important tool for learning. *The Mathematics Teacher*, 2, 98-100
- Trowbridge, L. W., & Bybee, R. W. (1986). *Becoming a secondary school science teacher*. Columbus: Merrill.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of learning in secondary school mathematics*. New York: McGraw-Hill Book.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดลดาว ปุรณานนท์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัย
และจิตวิทยาประยุกต์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.ปิยะทิพย์ ประดุงพรม อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
และวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.พรรณทิพา พรหมรักษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. ดร.สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนา
การศึกษา
5. ดร.โกสมภ จันทร์แสงกระจ่าง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๒๘๐๔

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำาโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวณัฐนันท์ สรวงสมบุญรัตน์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยอยู่ในความดูแลของดร.จันทร์พร พรหมมาศ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอน การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์. ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร. ๐- ๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย. ๐๖-๑๙๗๘-๙๓๒๘

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/๐๑๔๐

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๗ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวณัฐนันท์ สรวงสมบุรณ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎี
บัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด
เมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” ในความควบคุมดูแลของ ดร.จันทร์พร พรหมมาศ ประธาน
กรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๑ โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัด
สมุทรปราการ ระหว่างวันที่ ๒๑ - ๒๔ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๒ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอน
การพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์. ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร. ๐- ๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย. ๐๖-๑๙๗๘-๙๓๒๘

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/๐๑๙๑

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๓ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวณัฐนันท์ สรวงสมบูรณ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎี
บัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด
เมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” ในความควบคุมดูแลของ ดร.จันทร์พร พรหมมาศ ประธาน
กรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๑ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง
ระหว่างวันที่ ๒๘ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๒ – ๑๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๖๒ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่าน
ขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์. ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร. ๐- ๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย. ๐๖-๑๙๗๘-๙๓๒๘

ภาคผนวก ข

- คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยให้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
- แนวคิดที่ใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน
- แผนการจัดการเรียนรู้

**คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด
เมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถ
ของตนเองทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

คณิตศาสตร์ เป็นสาระวิชาหลักในการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการคิด ที่ทุกประเทศต้องจัดการเรียนการสอนให้เป็นพื้นฐานความรู้ให้กับพลเมือง เพื่อใช้ในการดำเนินชีวิต การประกอบอาชีพและการศึกษาต่อในระดับชั้นที่สูงขึ้น การศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์เพียงเพื่อการคิดคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ มีโครงสร้างมีระบบและแบบแผนที่ชัดเจน มีลักษณะเป็นสากลที่ใช้สัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ที่ทุกคนสามารถสื่อสารหรือสื่อความหมายได้ตรงกัน เป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการคิดคำนวณ สามารถนำหลักการ กฎ สูตร มาใช้และสามารถแก้ปัญหาได้ ในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้ความสามารถในการคิด การตีความ การแก้ปัญหาที่หลากหลาย การให้เหตุผล เพื่อสรุปและสร้างความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดกับตนเอง และสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้จริง

กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและตระหนักรู้ในการคิดของตนเอง ช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาในการเรียน การทำงานและการดำเนินในชีวิตประจำวันให้เกิดผลสำเร็จและบรรลุเป้าหมาย และช่วยให้นักเรียนสร้างพื้นฐานที่ดีในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

หลักการ

กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เป็นแนวคิดที่มีความเชื่อว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry based instruction) เป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนได้คิด วางแผน ออกแบบและลงมือค้นพบความรู้ เพื่อใช้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา นักเรียนได้เรียนรู้และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง หรือร่วมทำงานกับเพื่อน ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต แนวคิด

เมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการคิด เป็นความสามารถของบุคคลในการคิด เพื่อให้ตระหนักรู้ในการคิดของตนเองส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้และการทำงาน การนำแนวคิดเมตาคอกนิชันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยทำให้นักเรียนได้คิดทำความเข้าใจ วางแผน กำกับตนเองในการเรียนรู้ และประเมินการคิดการทำงานของตนเอง ให้เลือกใช้ยุทธวิธีในการเรียนรู้หรือทำงานจากการคิดของตนเอง เพื่อให้เกิดผลสำเร็จที่เหมาะสมที่สุด

การเรียนการสอนแบบสืบสอบและเมตาคอกนิชัน ตั้งอยู่บนพื้นฐานทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) สำหรับทฤษฎีการสร้างความรู้ มีแนวคิดมาจาก 2 แหล่ง คือ Cognitive constructivism และ Social constructivism โดยแนวคิด Cognitive constructivism เป็นแนวคิดที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางพุทธิปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget) อธิบายว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคล ในการสร้างความรู้และความหมายของสิ่งต่าง ๆ ของตนที่ได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ (Assimilation) คือ การนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับ ไปเชื่อมโยงอย่างกลมกลืนกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ และการปรับกระบวนการรู้คิด (Accommodation) คือ การคิดค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการปรับความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ให้เกิดความสมดุล (Equilibrium) และเป็นความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง ดังนั้นการเรียนรู้ เป็นกระบวนการภายในที่แต่ละบุคคลต้องเป็นผู้สร้างด้วยตนเอง และสามารถทำได้ดียิ่งขึ้น หากได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือจากผู้อื่น และ Social constructivism เป็นแนวคิดของเลฟ วิกอตสกี (Lev Vygotsky) อธิบายว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมตามบริบทของสภาพแวดล้อม สังคมและวัฒนธรรม โดยอาศัยสื่อกลาง เช่น ภาษา กริยาท่าทาง ฯลฯ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้ที่นักเรียนมีอยู่ ทำให้เกิดความรู้ขึ้นมาใหม่ นอกจากนี้ การชี้แนะ การสนับสนุนและการให้ความช่วยเหลือจากครูอย่างเหมาะสม จะทำให้นักเรียนเกิดการเสริมต่อความรู้ของตนเอง (Scaffolding) สามารถสร้างความรู้และขยายขอบเขตการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีหลักการดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้

กระบวนการคิดในการออกแบบแนวทางการค้นหาความรู้ มีการลงมือปฏิบัติและทำงานร่วมมือกับผู้อื่น

2. ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความตระหนักในการคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนมีการวางแผน การกำกับ ตรวจสอบความคิดในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการเรียนรู้และการทำงานให้เกิดผลสำเร็จ

3. ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมในทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชั้นสอน

ชั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด

ในชั้นนี้ นักเรียนตรวจสอบความรู้และความคิดของตนเองจากสถานการณ์ หรือปัญหา นักเรียนได้ร่วมกันคิดวางแผน และออกแบบแนวทางหรือวิธีการในการศึกษาสำรวจอย่างหลากหลาย เพื่อค้นหาคำอธิบายของสถานการณ์หรือปัญหานั้น โดยครูมีการใช้คำถามเพื่อช่วยเหลือหรือชี้แนะ

ชั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ

ในชั้นนี้ นักเรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติทำตามแนวทางหรือวิธีการที่เลือก นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นและร่วมกันสร้างข้อสรุป ซึ่งเป็นคำอธิบายหรือคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหานั้น

ชั้นที่ 3 ชั้นสรุปและตรวจสอบความคิด

ในชั้นนี้ นักเรียนแลกเปลี่ยนอภิปรายถึงกระบวนการคิดหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบของตนเอง ครูชี้แนะและเสริมต่อความรู้ให้นักเรียนสรุปสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ชั้นที่ 4 ชั้นสะท้อนความคิด

ในชั้นนี้ ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างข้อสรุปและคำอธิบายในสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ด้วยความตระหนักในการตัดสินใจเลือกยุทธวิธีในการทำงานและการเรียนของตนให้เกิดผลสำเร็จ

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ดำเนินการโดยประเมินผลการสอน ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการวัดและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยแบบทดสอบได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว และเป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ดำเนินการวัดและประเมินผลโดยผู้วิจัยใช้แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงจาก Langenfeld และ Pajares (1993) วัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 3 ด้าน ประกอบด้วย ได้แก่ ด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ และด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ โดยแบบทดสอบได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว และเป็นวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ที่สามารถนำไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อ/ แหล่งเรียนรู้

กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีสื่อ/ แหล่งเรียนรู้ ดังนี้

1. ผู้รู้ (Expert) เช่น ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ผู้ปกครอง และนักเรียน เป็นต้น
2. สถานที่ เช่น ห้องสมุดโรงเรียน
3. หนังสือ คู่มือ เอกสารประกอบการสอน วารสาร บทเรียนแบบโปรแกรม เอกสารแนะแนวทาง สื่อมัลติมีเดียและเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 3.1 เว็บไซต์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

<http://www.ipst.ac.th/index.php>

- 3.2 เว็บไซต์คลังความรู้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

<https://www.scimath.org/ebooks>

3.3 เว็บไซต์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาคณิตศาสตร์
มัธยมศึกษา <http://www.ipst.ac.th/smath/>

3.4 เว็บไซต์คลังสื่อการเรียนรู้ (DLIT Resources) [http://www.dlit.ac.th/
pages/resources.php?subjectid=02&subject=](http://www.dlit.ac.th/pages/resources.php?subjectid=02&subject=)

3.5 เว็บไซต์ KARN TV โลกแห่งการเรียนรู้ของเด็ก <http://karn.tv/>

3.6 เว็บไซต์สื่อการเรียนรู้ E-learning ของกระทรวงศึกษาธิการ
<http://tiger.acs.ac.th/gallery/E-Learning/>

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน เช่น กระดานอัจฉริยะ (Interactive board) เครื่อง
ฉายภาพที่บัสแสง คอมพิวเตอร์และโปรเจคเตอร์

การนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้

การนำกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด
เมตาคognition เป็นฐานที่พัฒนาขึ้น ไปใช้ในการส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้
ความสามารถของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรมีแนวปฏิบัติดังนี้

1. แนวปฏิบัติสำหรับครู

แนวทางที่ครูควรปฏิบัติตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ
ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เป็นฐาน มีดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด
เมตาคognition เป็นฐานให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

1.2 ให้คำแนะนำ ชี้แนะ ช่วยเหลือในการทำงานของนักเรียน

1.3 ชักถามคำถามเพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียนและช่วยให้นักเรียน
ดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและบรรลุเป้าหมายของการเรียนการสอน

1.4 อธิบายและให้ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมให้กับ
นักเรียน

2. แนวปฏิบัติสำหรับนักเรียน

แนวทางที่นักเรียนควรปฏิบัติตามกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้
การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เป็นฐาน มีดังต่อไปนี้

1.1 คิด วางแผน และศึกษาสำรวจ โดยสืบสอบหาคำตอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
จากปัญหาหรือสถานการณ์

- 1.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการพูดคุย ชักถาม อภิปรายระหว่างนักเรียนและครู
- 1.3 ออกแบบการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบต่าง ๆ อย่างเหมาะสม
- 1.4 อธิบาย ได้แย้ง แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกับเพื่อนและครู
เพื่อสรุปเป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง
- 1.5 นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

คำอธิบายแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องการให้นักเรียนได้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ สูตร และการแก้ปัญหา ดังนั้น การที่นักเรียนมีมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์พื้นฐานที่ดี ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและถูกต้อง สามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ทำให้เกิดความรู้ปัจจุบันและสามารถนำความรู้ นั้น ไปแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ด้วยความมั่นใจในตนเอง ความมั่นใจนั้นมาจากการที่เรารู้ความสามารถของตนเอง ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้และการทำงาน

แผนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จัดทำขึ้นโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาออกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์สมการและอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังตารางที่ 11

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
แผนที่ 1	การเขียนนิพจน์พีชคณิต	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 2	การหาค่าของพีชคณิตโดยการแทนค่า	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 3	คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปร	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 4	สมบัติการเท่ากัน	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 5	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติการเท่ากัน	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 6	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติการเท่ากันของการบวก	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 7	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติการเท่ากันของการคูณ	ค 1.3 ม.1/1	1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

แผน การจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
แผนที่ 8	8. การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้ สมบัติการบวกและการคูณ	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 9	การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้ สมบัติการเท่ากันมากกว่า 1 ขั้นตอน	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 10	การเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแทน โจทย์ปัญหา	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 11	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว(1)	ค 1.3 ม.1/1	1
แผนที่ 12	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (2)	ค 1.3 ม.1/1	1
รวม			12

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

(ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รหัสวิชา ค21102 รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เรื่อง สมการและคำตอบของสมการ

จำนวน 1 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

สมการ (Equation) เป็นประโยคที่แสดงการเท่ากันของจำนวนหรือนิพจน์พีชคณิต โดยมีเครื่องหมายเท่ากับ (ใช้สัญลักษณ์ =) บอกการเท่ากัน สมการอาจมีตัวแปรหรือไม่มีตัวแปรก็ได้ เช่น $7 + 8 = 15$, $2x = 3x + 5$

คำตอบของสมการ (Solution of the equation) คือ จำนวนที่แทนตัวแปรในสมการ แล้วทำให้สมการเป็นจริง ซึ่งคำตอบของสมการมี 3 แบบ ดังนี้

1. สมการที่มีบางจำนวนเป็นคำตอบ เช่น $x - 2 = -5$ คือ -3
2. สมการที่มีทุกจำนวนเป็นคำตอบ เช่น $b + 3 = 3 + b$
3. สมการที่ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบ เช่น $y + 7 = y$

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายแนวความคิดการหาคำตอบของสมการโดยใช้วิธีลองแทนค่าตัวแปรได้
2. หาคำตอบของสมการโดยใช้วิธีลองแทนค่าตัวแปรได้

กระบวนการเรียนการสอน

ขั้นที่ 1 ขัดแย้งทางความคิด

1. นักเรียนพิจารณาประโยคที่ครูกำหนดให้ และครูถามนักเรียนว่าประโยคใดเป็นสมการ และใช้สัญลักษณ์อะไรแทนประโยคที่เป็นสมการ

1.1 $5 \times 15 \neq 45$

1.2 $x + 12 = 27$

1.3 $x + 3 < 9$

1.4 $x = x + 3$

$$1.5 \ a+1 = 1+a$$

$$1.6 \ \frac{5}{2} \times 3 = \frac{5 \times 3}{2}$$

คำตอบ ประโยคที่ 2, 4, 5 และ 6 ใช้เครื่องหมายเท่ากับเป็นสัญลักษณ์ แสดงว่าเป็นสมการ

2. นักเรียนช่วยกันคิดและอธิบายจากสมการ 2, 4, 5 และ 6 นักเรียนคิดว่าประโยคสมการ ต้องมีตัวแปรหรือไม่ และสมการจะเป็นจริงหรือเป็นเท็จ นักเรียนมีแนวทางคิดอย่างไร และคำตอบของสมการมีลักษณะที่แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

คำตอบ

จากสมการที่ 2, 4 และ 5 เป็นสมการที่มีตัวแปรและสมการที่ 6 ไม่มีตัวแปร ดังนั้นสรุปว่า ประโยคที่เป็นสมการมีตัวแปรหรือไม่มีตัวแปรก็ได้

การหาคำตอบของสมการว่าเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ทำได้โดยหาจำนวนมาแทนค่าตัวแปร และถ้าจำนวนที่อยู่ทางซ้ายกับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมายเท่ากับ เป็นจำนวนที่เท่ากันสรุปได้ว่า**สมการเป็นจริง** และถ้าจำนวนที่อยู่ทางซ้ายกับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมายเท่ากับเป็นจำนวนไม่เท่ากัน สรุปได้ว่า**สมการเป็นเท็จ**

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดและอธิบายการหาคำตอบของสมการ 2, 4, 5 และ 6 ที่ครูกำหนดให้ โดยการคำนวณและหาจำนวนมาแทนค่าตัวแปร และช่วยกันสรุปว่า สมการเป็นจริงหรือเป็นเท็จ และคำตอบของสมการมีลักษณะเป็นอย่างไร

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายแสดงความคิดเห็นและร่วมกัน หาแนวทางแก้ปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบที่คิดว่าเหมาะสมที่สุด ช่วยกันสรุปคำตอบและนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูคอยช่วยเหลือด้วยการซักถามเพิ่มเติม

ขั้นที่ 3 สรุปและตรวจสอบความคิด

1. นักเรียนตรวจสอบคำตอบและวิธีการของแต่ละกลุ่มว่า มีวิธีการได้มาของคำตอบ ถูกต้องเหมือนกันอย่างไร และถ้าต่างคำตอบถูกต้องคิดอย่างไร

2. ครูนำเสนอแนวทางการคิดเพิ่มเติม ดังนี้

คำตอบ

จากสมการ 2, 4 และ 5 ยังไม่สามารถบอกว่าเป็นจริงหรือเท็จได้ ต้องหาจำนวนมาแทนตัวแปรก่อน จึงจะบอกได้ว่าสมการเป็นจริงหรือเท็จ

จากสมการ 6 สามารถคำนวณและสรุปคำตอบว่าเป็นจริงหรือเป็นเท็จได้ เพราะไม่มีตัวแปร

3. จากการหาคำตอบของสมการนักเรียนจะเห็นได้ว่า

คำตอบของสมการมี 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 สมการที่มีบางจำนวนเป็นคำตอบ

เช่น $x+12 = 27$ คำตอบของสมการ คือ 15

แบบที่ 2 สมการที่มีทุกจำนวนเป็นคำตอบ

เช่น $a+1 = 1+a$

แบบที่ 3 สมการที่ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบ

เช่น $x = x+3$

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปสมการและการหาคำตอบของสมการ ดังนี้

4.1 สมการ (Equation) เป็นประโยคที่แสดงการเท่ากันของจำนวนหรือนิพจน์พีชคณิตโดยมีเครื่องหมายเท่ากับ (ใช้สัญลักษณ์ =) บอกการเท่ากัน สมการอาจมีตัวแปรหรือไม่มีตัวแปรก็ได้

4.2 สมการที่เป็นจริง เป็นสมการซึ่งมีจำนวนที่อยู่ทางซ้ายกับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมายเท่ากับ เป็นจำนวนที่เท่ากัน

4.3 สมการที่เป็นเท็จ เป็นสมการซึ่งมีจำนวนที่อยู่ทางซ้ายกับจำนวนที่อยู่ทางขวาของเครื่องหมายเท่ากับ เป็นจำนวนที่ไม่เท่ากัน

4.4 คำตอบของสมการ (Solution of the equation) คือ จำนวนที่แทนตัวแปรในสมการ แล้วทำให้ได้สมการเป็นจริง ซึ่งคำตอบของสมการมี 3 แบบ ดังนี้

4.4.1 สมการที่มีบางจำนวนเป็นคำตอบ

4.4.2 สมการที่มีทุกจำนวนเป็นคำตอบ

4.4.3 สมการที่ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบ

ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด

1. นักเรียนใช้ความรู้และความเข้าใจคิดแก้ปัญหาเพิ่มเติม จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยครูชี้แนะนักเรียนเพิ่มเติม ให้นักเรียนตระหนักรู้ถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบทุกครั้ง

2. นักเรียนสรุปนิยามสมการและการหาคำตอบของสมการให้ได้ ดังนี้

สมการ (Equation) เป็นประโยคที่แสดงการเท่ากันของจำนวนหรือนิพจน์พีชคณิต โดยมีเครื่องหมายเท่ากับ (ใช้สัญลักษณ์ =) บอการเท่ากัน

คำตอบของสมการ (Solution of the equation) คือ จำนวนใด ๆ ที่นำมาแทนที่ตัวแปรในสมการแล้วทำให้ได้สมการที่เป็นจริง

สมการแบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามลักษณะของคำตอบ ได้แก่ 1) สมการที่มีจำนวนบางจำนวน เป็นคำตอบ 2) สมการที่มีจำนวนทุกจำนวนเป็นคำตอบ และ 3) สมการที่ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบ

3. นักเรียนเขียนอนุทิน เพื่อสะท้อนความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมคณิตศาสตร์ **สื่อและแหล่งการเรียนรู้**

1. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ของ สสวท. มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2
2. วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน เช่น กระดาษปฐพีปากกาเคมี
3. โจทย์สถานการณ์ปัญหา
4. บันทึกลงอนุทิน

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. อธิบายแนวความคิดการหาคำตอบของสมการโดยใช้วิธีลองแทนค่าตัวแปรได้	ตรวจคำตอบและวิธีการคิดจากโจทย์สถานการณ์ปัญหา	โจทย์สถานการณ์ปัญหา	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. หาคำตอบของสมการโดยใช้วิธีลองแทนค่าตัวแปรได้	ตรวจคำตอบและวิธีการคิดจากโจทย์สถานการณ์ปัญหาและการให้เหตุผลสรุปคำตอบ	โจทย์สถานการณ์ปัญหา	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

เรื่อง คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้อง

1. จงตรวจสอบว่า จำนวนที่ให้ไว้ใน [] เป็นคำตอบของสมการที่กำหนดให้หรือไม่

1) $-27 = x - 18$ [-9]

ตอบ

2) $1.2 + b = 4.8$ [3.6]

ตอบ

3) $\frac{3}{2} = m - \frac{1}{2}$ [2]

ตอบ

2. จงหาคำตอบของสมการต่อไปนี้ โดยวิธีลองแทนค่าตัวแปร

1) $a + 3 = 2$

ตอบ

2) $3n - n = 2n$

ตอบ

3) $z^3 = 1000$

ตอบ

3. จงเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ในแต่ละข้อ แล้วหาคำตอบโดยวิธีลองแทนค่าตัวแปร (ข้อละ 2 คะแนน)

1) จำนวนซึ่งน้อยกว่า x อยู่ 6 คือ 15	2) จำนวนซึ่งมากกว่า x อยู่ 3 คือ 16
สมการ.....	สมการ
.....
.....
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้

(ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เวลา 12 ชั่วโมง
 แผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เวลา 1 ชั่วโมง
 สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วย
 แก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด

ค 1.3 ม.1/1 เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากัน และสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์
 และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

จำนวนที่แทนค่าของตัวแปรที่ปรากฏอยู่ในสมการ แล้วทำให้สมการเป็นจริง เรียกว่า
 คำตอบของสมการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยวิธีลองแทนค่า
 ตัวแปรได้

2. นักเรียนสามารถระบุจำนวนที่เป็นคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้

2. มุ่งมั่นในการทำงาน

3. มีวินัย

สาระการเรียนรู้

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักสมการ ซึ่งประโยคที่แสดงการเท่ากันของจำนวนหรือนิพจน์พีชคณิต โดยมีเครื่องหมาย เท่ากับ บอกการเท่ากัน เช่น $7+8 = 15$, $2x+3 = 10$, $3x+5$

2. ครูให้นักเรียนสังเกตสมการบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนสรุปให้ได้ว่า สมการมีตัวแปรและไม่มีตัวแปรก็ได้

3. ครูสนทนากับนักเรียนว่าสมการที่มีตัวแปรเพียงตัวเดียวและตัวแปรมีเลขชี้กำลังเป็นหนึ่ง เรียกว่า สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เช่น $2x - 9 = 53$, $\frac{2a + 9}{5} = 7$, $\frac{3(x - 2)}{7} = 21$

เป็นต้น

ขั้นสอน (20 นาที)

1. นักเรียนพิจารณาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ครูกำหนดให้จำนวน 10 สมการ แล้วให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาว่า สมการใดเป็นสมการที่เป็นจริงและสมการใดเป็นสมการที่เป็นเท็จ

2. นักเรียนช่วยกันสรุปว่า สมการที่เป็นจริง หมายถึง สมการที่มีจำนวนที่อยู่ทางซ้ายมือของเครื่องหมาย = มีค่าเท่ากับจำนวนที่อยู่ทางขวามือ

3. ครูให้นักเรียนพิจารณาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ครูกำหนดให้และหาคำตอบ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า คำตอบของสมการมี 3 แบบ ดังนี้

3.1 สมการที่มีบางจำนวนเป็นคำตอบ เช่น $x+3 = 5$

3.2 สมการที่มีทุกจำนวนเป็นคำตอบ เช่น $x+1 = 1+x$

3.3 สมการที่ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบ เช่น $x = x+3$

ขั้นสรุป (20 นาที)

1. ครูกับนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ในเรื่องต่อไปนี้

สมการ (Equation) เป็นประโยคที่แสดงการเท่ากันของจำนวนหรือนิพจน์พีชคณิต โดยมีเครื่องหมายเท่ากับ (ใช้สัญลักษณ์ =) บอกการเท่ากัน

คำตอบของสมการ (Solution of the equation) คือ จำนวนใด ๆ ที่นำมาแทนที่ตัวแปรในสมการ แล้วทำให้ได้สมการที่เป็นจริง

สมการแบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามลักษณะของคำตอบ คือ สมการที่มีจำนวนบางจำนวนเป็นคำตอบของสมการ สมการที่มีจำนวนทุกจำนวนเป็นคำตอบ และสมการที่ไม่มีจำนวนใดเป็นคำตอบ

2. นักเรียนทำกิจกรรม ชิ้นส่วนหรรษา เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกหาคำตอบของสมการ โดยวิธีการลองแทนค่าตัวแปร

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัด 1.2 หน้า 27

สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของ สสวท. มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2
2. แบบฝึกหัด 1.2
3. ใบกิจกรรมชิ้นส่วนหรรษา

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
<p>ด้านความรู้</p> <p>1. นักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยวิธีลองแทนค่าตัวแปรได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถระบุจำนวนที่เป็นคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้</p>	<p>1. การถาม-ตอบ</p> <p>2. ตรวจสอบสมุดแบบฝึกหัด3-</p> <p>.3. ตรวจใบกิจกรรมชิ้นส่วนหรรษา</p>	<p>- แบบฝึกหัด</p> <p>- สมุดแบบฝึกหัด</p> <p>- แบบทดสอบ</p> <p>- ใบกิจกรรมชิ้นส่วนหรรษา</p>	<p>นักเรียนทำ</p> <p>ได้ถูกต้อง</p> <p>ร้อยละ 60</p> <p>ขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะ/กระบวนการ</p> <p>1. ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้</p>	<p>1. การถาม-ตอบ</p> <p>2. การสังเกต</p>	<p>แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทาง</p>	<p>นักเรียนได้</p> <p>ไม่ต่ำกว่า</p> <p>ระดับ</p>

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผล ของคำตอบที่ได้		คณิตศาสตร์	คุณภาพ 2 คือ ดี จากระดับ คุณภาพ 3 ดีมาก
ด้านคุณลักษณะ 1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน	การสังเกต	แบบประเมิน คุณลักษณะ	นักเรียนได้ ไม่ต่ำกว่า ระดับ คุณภาพ 2 คือ ดี จากระดับ คุณภาพ 3 ดีมาก

ภาคผนวก ค

- แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปร

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เพื่อวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ-นามสกุล เลขที่ ชั้นและโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัยแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
4. ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก. ข. ค. หรือ ง. โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ เช่น ถ้านักเรียนเลือกตอบตัวเลือก ข. ให้ปฏิบัติดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00.		X		

กรณีเปลี่ยนคำตอบให้นักเรียนทำเครื่องหมาย = ทับลงรอยเดิมก่อนทุกครั้ง แล้วจึงขีดคำตอบใหม่ ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
00.		X		X

5. อย่าขีดเขียนตัวอักษรหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้
6. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนนำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบส่งคืนครูผู้ดำเนินการสอบ
7. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยในการทำแบบทดสอบ ให้ยกมือถามครูผู้ดำเนินการสอบ

แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อความใดเป็นเท็จ (ความเข้าใจ)

ก. ถ้า $a = b$ ดังนั้น $a + 2 = b + 2$

ข. ถ้า $a - c = b - c$ ดังนั้น $a = b$

ค. ถ้า $m = n$ แล้ว $\frac{m}{5} = \frac{n}{5}$

ง. ถ้า $x + a = y + b$ ดังนั้น $x = y$

2. สมการข้อใดเป็นจริง (ความเข้าใจ)

ก. $(4 \times 3) - 9 = 16$

ข. $15 + (4 \times 7) = 36$

ค. $46 - (3 \times 13) = 7$

ง. $(9 \times 9) - 47 = 33$

3. กำหนด $a = -1$, $b = 2$ และ $c = 3$ ข้อใดมีค่าน้อยที่สุด (ความเข้าใจ)

ก. $\frac{2c - 3a}{a - b}$

ข. $\frac{(a - b) \times c}{ac}$

ค. $-3(ab - c)$

ง. $(a + b)(a - c)$

4. คำตอบของสมการในข้อใดมีค่ามากที่สุด (ความเข้าใจ)

ก. $4x + 3 = 96$

ข. $\frac{x}{3} - 7 = 1$

ค. $\frac{4x}{3} + 2 = 34$

ง. $4(x + 3) = 96$

แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้เพื่อวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน
2. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ-นามสกุล เลขที่ ชั้นและโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองฉบับนี้มี 30 ข้อ ให้นักเรียนทำทุกข้อ

โดยใช้เวลา 20 นาที

4. แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองฉบับนี้มุ่งวัดระดับความมั่นใจของนักเรียนที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง และผลการตอบ ในครั้งนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อการเรียนแต่อย่างใด คำตอบทั้งหมดจะเก็บไว้เป็นความลับ สำหรับนำมาใช้ในการวิจัยเท่านั้น

5. ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความว่า นักเรียนสามารถที่จะแก้โจทย์ปัญหาและปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ได้โดยมีระดับความมั่นใจเท่าใด โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ที่ตรงกับระดับความมั่นใจของนักเรียน ตั้งแต่ระดับไม่มีความมั่นใจถึงระดับมีความมั่นใจมากที่สุด

ตัวอย่างการตอบ

ข้อ	ข้อความ	ระดับความมั่นใจ				
		ไม่มีความมั่นใจ	มีความมั่นใจน้อย	มีความมั่นใจปานกลาง	มีความมั่นใจมาก	มีความมั่นใจมากที่สุด
A	ประดิษฐ์กล่องบรรจุภัณฑ์เป็นรูปทรงเรขาคณิตได้				✓	
	ด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้อยู่ในระดับใด					
1	2, 4, 8, 16, จงหาตัวเลขถัดไปที่สัมพันธ์กับชุดตัวเลขที่กำหนดให้					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความมั่นใจ				
		ไม่มีความมั่นใจ	มีความมั่นใจน้อย	มีความมั่นใจปานกลาง	มีความมั่นใจมาก	มีความมั่นใจมากที่สุด
3	วิสัยทัศน์นำไป $\frac{1}{5}$ ของถึง แล้วนักเรียนสามารถ คำนวณหาจำนวนน้ำที่เหลือในถัง					
ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้โจทย์ต่อไปนี้ อยู่ใน ระดับใด						
11	ประดิษฐ์กล่องบรรจุภัณฑ์เป็นรูปทรงเรขาคณิตได้					
12	วัดขนาดรูปร่างเพื่อการออกแบบและตัดเย็บเสื้อผ้า					
19	เปรียบเทียบราคาและปริมาณก่อนตัดสินใจเลือก ซื้อสินค้าต่าง ๆ					
20	คาดคะเนโอกาสเหตุการณ์และผลสำเร็จใน การเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ					
ด้านการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน นักเรียนมั่นใจในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ อยู่ในระดับใด						
21	เมื่อห้าปีที่แล้วฝาแฝดคู่นี้มีอายุรวมกันเป็น 18 ปี จงหาว่าปัจจุบันฝาแฝด คู่นี้มีอายุเท่าใด					

ภาคผนวก ง

- สถิติที่ใช้ในการวิจัย
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทัศนคติทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีสถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 123-127) โดยใช้สูตรดังนี้

1.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X})

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนสมาชิกทั้งหมด

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$\text{สูตร} \quad SD = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

1.3 ร้อยละ (Percentage)

$$\text{สูตร} \quad p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพกระบวนการเรียนการสอน คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกระบวนการเรียนการสอน คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนและแผนการสอน โดยวัดจากองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน องค์ประกอบของคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน และองค์ประกอบของแผนการสอน ด้วยวิธีการของ Rowinelli and Hambleton เป็นรายชื่อโดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70-72)

$$\text{สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องความคิดเห็นของนักเรียนในด้านข้อคำถามกับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามวิธีการของ Rowinelli and Hambleton เป็นรายชื่อโดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70-72)

$$\text{สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2.2 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 97)

$$\text{สูตร} \quad p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นทั้งหมด

2.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 98)

$$\text{สูตร} \quad r = \frac{R_U - R_L}{f} \quad \text{หรือ} \quad r = PU - PL$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

f แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.2.4 ค่าความเชื่อมั่น r_{tt} ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 103)

$$\text{สูตร} \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

หรือ คือ $1 - p$

S^2 แทนคะแนนความแปรปรวนของคะแนน

2.3 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องความคิดเห็นของนักเรียนในด้านข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง ตามวิธีการของ Rowinelli and Hambleton เป็นรายข้อโดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 70-72)

$$\text{สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2.3.2 หาค่าอำนาจจำแนกของมาตราส่วนประมาณค่าการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ด้วยการใช้สัดส่วนร้อยละ 25 จำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำและทดสอบสถิติด้วยค่าที (t-test) เลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกใช้ได้ จะต้องมามีค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤตเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 113-114)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2 + S_L^2}{N}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนก

\bar{X}_H แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูง

\bar{X}_L แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นทั้งหมด

2.3.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทั้งฉบับตามวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคโดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 117)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum s_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองก่อนเรียน-หลังเรียนของกลุ่มทดลอง (t-test for dependent) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชมศรีสะอาด, 2560, หน้า 133)

$$\text{สูตร } t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน

D แทน ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างกำลังสองของคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน

$(\sum D)^2$ แทน ยกกำลังสองของผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

3.2 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบ

ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนินชันเป็นฐานกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีสอนปกติ (t-test for independent) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชมศรีสะอาด, 2560, หน้า 136-137)

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}; \text{ df} = n_1 + n_2 - 1 \text{ กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

\bar{X}_1, \bar{X}_2 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ

n_1, n_2 แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ

ตารางที่ 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระหว่าง
ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	0	+1	+1	0	+1	.60	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	0	+1	+1	+1	.80	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างความคิดเห็น
ของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	0	+1	+1	+1	.80	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	0	+1	.80	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างความคิดเห็น
ของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
ระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
จำนวน 5 คน

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง
ระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่างความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
จำนวน 5 คน

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	0	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	0	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 17 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (จำนวน 30 ข้อ)

ข้อ ที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ ที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.52	.57	16	.63	.47
2	.50	.53	17	.53	.67
3	.67	.40	18	.57	.53
4	.45	.43	19	.63	.47
5	.60	.53	20	.58	.50
6	.55	.50	21	.50	.53
7	.60	.60	22	.52	.57
8	.57	.53	23	.52	.50
9	.58	.43	24	.68	.43
10	.55	.37	25	.45	.43
11	.58	.50	26	.50	.47
12	.48	.43	27	.43	.53
13	.63	.60	28	.52	.50
14	.60	.60	29	.53	.53
15	.50	.60	30	.55	.50

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งหมด เท่ากับ .91

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฐนันท์ สรวงสมบุญณ์
วัน เดือน ปีเกิด	13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	168 หมู่ 3 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ ตำบลปากคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2556-2561	ครู คศ. 1 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ. 2561-ปัจจุบัน	ครู คศ. 2 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2543	การศึกษาระดับบัณฑิต (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2555	การศึกษามหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา) มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2562	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยบูรพา
รางวัลหรือทุนการศึกษา	
พ.ศ. 2539-2543	ทุนโครงการเร่งรัดการผลิตและพัฒนาบัณฑิต ระดับปริญญาตรีสาขาวิชาคณิตศาสตร์ (รพค.)
พ.ศ. 2557	ทุนโครงการวิจัยและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาอังกฤษ สู่มาตรฐานสากลในเครือข่ายโรงเรียน EIS จากมหาวิทยาลัยบูรพาร่วมกับสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ณ สาธารณรัฐสิงคโปร์