

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยนำเสนอสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้คือ

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem – Based Approach)

1.2 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อการพัฒนานักเรียนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอและการเชื่อมโยง

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.2 กลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มเป้าหมาย มีดังต่อไปนี้

1) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อศึกษาริบทคือครู ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 90 คน รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ 6 คน และนักเรียน 60 คนจากโรงเรียนประจำจังหวัดทั้ง 6 โรงเรียนของจังหวัดนครราชสีมาคือ โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย 2 โรงเรียนบุญวัฒนา โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ โรงเรียนโคราชพิทยาคมและโรงเรียนสุรนารีวิทยา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยการเลือกแบบเจาะจง และกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ศึกษาความเป็นไปได้และความสมบูรณ์ของรูปแบบการสอนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 โรงเรียนสุรนารีวิทยา ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547

2) กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อการพัฒนารูปแบบการสอน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 โรงเรียนสุรนารีวิทยา ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 32102 จำนวน 58 คน โดยการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย และครูผู้ช่วยสอนรายวิชานี้จำนวน 1 คน

3) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยก่อนทดลองแบบทดสอบหลังสอน (Pre Experimental one group posttest design) เพื่อการประเมินรูปแบบการสอน คือ นักเรียนจำนวน 173 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และ 2/5 โรงเรียนสุรนารีวิทยาจำนวนห้องละ 60 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนบุญวัฒนา จำนวน 53 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 32102 และครูผู้ช่วยวิจัยที่ทำหน้าที่สอน โดยใช้รูปแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจำนวน 3 คน

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1) เครื่องมือในการศึกษาบริบทได้แก่ แบบสำรวจความเชื่อทางคณิตศาสตร์ของ William H. Schmidt และ Mary M. Kennedy สำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รองผู้อำนวยการและนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เครื่องมือในการศึกษาความเป็นไปได้คือปัญหาคณิตศาสตร์ ใน 3 เรื่องคือเส้นขนาน พีทาโกรัส และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ ใบกิจกรรมที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปลายเปิด แบบบันทึกเหตุการณ์การเรียนการสอน แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอน แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกความคิดเห็นของผู้เรียน และผลงานประจักษ์ต่างๆของผู้เรียน 3) เครื่องมือที่ใช้ประเมินรูปแบบการสอนได้แก่ แบบสอบถามบทบาทด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ และการเชื่อมโยง 4) เครื่องมือที่ใช้ในการขยายผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นวิธีการแบบเปิดที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายบทและแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังสอน แบบประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ และการเชื่อมโยง

2.4 การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังต่อไปนี้

1) การวิจัยระยะที่ 1: การวิจัยเพื่อศึกษาบริบท สังเคราะห์รูปแบบการสอนและหาความเป็นไปได้ของรูปแบบการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาบริบทของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน

(2) ศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง แนวคิดเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์เอกสาร หนังสือ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(3) สังกเคราะห์ร่างต้นแบบรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

(4) ตรวจสอบร่างต้นแบบรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

(5) นำร่างต้นแบบลองนำไปใช้จริงเพื่อความเป็นไปได้ (Feasibility) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 58 คน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค.320102 โดยใช้การวิจัยเชิงบรรยาย

(6) ตรวจสอบร่างต้นแบบรูปแบบคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่ปรับปรุงจากการหาความเป็นไปได้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน อีกครั้งหนึ่ง

2) การวิจัยระยะที่ 2: การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค.320102 จำนวน 3 วงจร 3 แผน การจัดการเรียนรู้ใน 1 ห้องเรียน (24 ชั่วโมง)

3) การวิจัยระยะที่ 3: การวิจัยเพื่อขยายผลและประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยก่อนทดลองแบบหลังสอนกลุ่มเดียวในรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค.320102 จำนวน 3 แผนการจัดการการเรียนรู้ใน 3 ห้องเรียน (78 ชั่วโมง)

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ข้อมูลระยะศึกษาริบท สังกเคราะห์รูปแบบการสอน และวิเคราะห์ความเที่ยงโดยการหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสหสัมพันธ์ และการวิเคราะห์เนื้อหา

2) วิเคราะห์ข้อมูลระยะพัฒนารูปแบบการสอน โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์เนื้อหา

3) วิเคราะห์ข้อมูลระยะขยายผลและประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการสอน โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบ Z และวิเคราะห์เนื้อหา

3. สรุปผลการวิจัย

3.1 รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้ศึกษาบริบทการเรียนการสอนปัจจุบัน ความจำเป็นและความต้องการต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ในกลุ่มครู นักเรียน และ

รองผู้อำนวยการโรงเรียน ได้ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารหนังสือตำราตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหาปัญหาปลายเปิดและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้สังเคราะห์ร่าง ดัชนีแบบรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และได้รับการตรวจสอบร่างดัชนีแบบรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำรูปแบบการสอนที่ได้ไปพัฒนา ประเมินประสิทธิผล และขยายผลการใช้ ด้วยกระบวนการวิจัยตามลำดับ ซึ่งรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 กรอบแนวคิดและหลักการ

วิธีการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักคือวิธีการสอนที่เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิด โดยครูจะนำเสนอปัญหาคณิตศาสตร์ที่อาจมีคำตอบเดียวแต่มีวิธีการแสวงหาคำตอบได้หลากหลายวิธี หรืออาจมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบก็ได้ จากนั้นนักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ การใช้ประสบการณ์เดิม เจตคติ ทักษะการคิด แสดงเหตุผล โดยผ่านการตีความ อธิบายความ แปลความ วิเคราะห์ ไตร่ตรอง แล้วสื่อสารและนำเสนอออกมาถึงแนวความคิดในการแก้ปัญหานั้นๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและสามารถขยายปัญหาหรือสร้างปัญหาใหม่และแสดงวิธีแก้ปัญหานั้นได้ โดยสรุปวิธีการแก้ปัญหามี 5 ขั้นตอนคือ 1) การสร้างตัวแทนปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแสดงการแก้ปัญหา 4) การสรุปคำตอบ และ 5) การตรวจสอบคำตอบ

3.1.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของรูปแบบ

รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้นมีเป้าหมาย เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ 75%

3.1.3 ขั้นตอนการสอน

รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีลำดับขั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

3.1.3.1 ขั้นการเสนอปัญหา

(1) ขั้นการนำเสนอปัญหา

ครูนำเสนอปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหาหลักที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาหรือแนวทางไปหาคำตอบได้หลากหลายวิธี ให้นักเรียนอ่าน ตำราตรวจสอบรายละเอียด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความสำคัญ ความเกี่ยวข้องในปัญหาหลัก พิจารณาข้อมูล ตีความ อธิบายความ และสรุปความให้เกิดความเข้าใจว่าปัญหานั้นๆกำหนดและต้องการอะไร เพื่อมาประมวล

สร้างเป็นตัวแทนปัญหา อาจจะเป็นในรูปตาราง รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ แผนผังมโนคติ หรือ ความเรียง เพื่อเป็นการอธิบายที่แสดงถึงความเข้าใจกับปัญหาที่กำหนดให้อย่างแท้จริงและถูกต้อง และก่อให้เกิดการวางแผนในการแก้ปัญหาที่เป็นระบบมีลำดับและขั้นตอน เพื่อผลสำเร็จในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.3.2 ขั้นแก้ปัญหา

(2) ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง โดยเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาและสามารถแสดง เหตุผลที่เป็นอุปนัย นิรนัย หรือ การใช้สมบัติและความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต ประกอบการ แก้ปัญหา นักเรียนจะแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาใน 5 ประเด็นคือ 1) การสร้างตัวแทนปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา 4) การสรุปคำตอบ และ 5) การตรวจสอบ คำตอบ การคิดไตร่ตรองด้วยตนเองนี้เป็นการคิดอย่างอิสระตามลำพังของนักเรียนตามศักยภาพ และความแตกต่างของแต่ละบุคคล โดยห้ามปรึกษาผู้อื่น นักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบทำใบ กิจกรรมที่เป็นการแสดงการแก้ปัญหาปลายเปิดให้สมบูรณ์ที่สุดก่อนเข้ากิจกรรมกลุ่ม เพราะจะต้อง นำเสนอวิธีคิดและเหตุผลในการคิดของตนเองในกลุ่ม

(3) ขั้นไตร่ตรองรายกลุ่ม

เพื่อให้ นักเรียนทุกคนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ โดยเกิด ความกล้าในด้านการแสดงออก การคิด การพูด การออกความคิดเห็น การประเมิน การอภิปรายและ การตัดสินใจ โดยมีความมั่นใจ เห็นคุณค่าและความสำคัญของตนเอง เพื่อผลสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน โดยสื่อสาร นำเสนอในกระดาน 2 หน้า ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน ขั้นการสอนนี้ ทำให้เกิดกระบวนการกลุ่ม มีการพึ่งพาอาศัยกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน เกิดการ แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยในขณะที่เพื่อนนำเสนอแนวทางแก้ปัญหของคนนั้น คนอื่นต้องคิดตามและเปรียบเทียบกับวิธีแก้ปัญหของตนเอง พยายามเชื่อมโยงความรู้และแสดง เหตุผลประกอบ และช่วยกันหาแนวทางออกแบบการนำเสนอว่าควรจะเลือกแนวคิดของใคร มีของ ใครผสมบ้าง หรือสมาชิกในกลุ่มช่วยกันเติมเต็มวิธีแก้ปัญหที่สมบูรณ์และสมเหตุผลที่สุด ซึ่งเทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้เป็นการพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคม

(4) ขั้นนำเสนอผลงาน

ให้ทุกกลุ่มนำเสนอผลงานที่ได้จากการคิดและตัดสินใจร่วมกัน กลุ่มละไม่เกิน 3 นาที โดยประกอบสิ่งต่างๆที่จะนำเสนอในกระดานสองหน้า และนำเสนอที่หน้า ชั้นเรียน โดยการนำเสนอได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลาก ดังนั้นนักเรียนจะต้องมีความ

พร้อมในการผลิตงานของกลุ่มให้แล้วเสร็จก่อนเข้าเรียนเป็นการแสดงถึงความรับผิดชอบ การทำงานเป็นระบบและตรงเวลา นักเรียนสื่อสารและนำเสนอบนกระดานสองหน้าด้วยวิธีการที่เหมาะสม โดยใช้ ข้อความ คำพูด ศัพท์ สูตร สมการ อุปกรณ์ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางการเขียน สัญลักษณ์ทางการพูด หรือแผนภูมิ ส่วนจำนวนคนในการนำเสนอขึ้นกับข้อตกลงของกลุ่ม

(5) ชั้นสรุป

ครูสรุปมโนทัศน์ร่วมกับนักเรียน โดยใช้การถามตอบ เพื่อช่วยให้นักเรียนจัดกลุ่มความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ไม่ละเลยในบางประเด็น การสรุปควรแสดงชิ้นงานที่นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และมีวิธีในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันเพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางการคิดที่หลากหลาย ครูใช้สื่อการสอนประเภทอุปกรณ์ เสริมในการอธิบายข้อสรุปของความรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศในการเรียนและเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้มากขึ้น นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้ในรูปแบบที่เปิดกว้างที่นักเรียนถนัดและสนใจ ไม่เฉพาะเขียนในกระดาษขาวต้นเท่านั้นอาจจะเป็นในรูปแบบหนังสือเล่มเล็ก ใบความรู้ ปฏิทิน โหมบาย แบบเรียนการ์ตูน แผ่นพับ สื่ออุปกรณ์ และ Power Point ส่งครูเพื่อตรวจความสมบูรณ์ ความเข้าใจ และความถูกต้องของข้อสรุปทั้งในความรู้เชิง มโนมติ (Conceptual Knowledge) และความรู้เชิงวิธีการ (Procedural Knowledge)

3.1.3.3 ชั้นขยายปัญหา

(6) ชั้นการขยายปัญหา

เพื่อให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์โดยมีความคิดริเริ่ม คิดยืดหยุ่น คิดนอกกรอบ คิดคล่องแคล่ว เพื่อนำมาแก้ปัญหาปลายเปิดที่ครูเป็นผู้ขยายปัญหา และสร้างปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ด้วยตนเองที่เนื้อหาเกี่ยวกับประเด็นข้อสรุปความรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางหาคำตอบในปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่นั้น นักเรียนประยุกต์การตั้งปัญหาโดยศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายเช่นห้องสมุดกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ห้องสมุดโรงเรียน ห้องคอมพิวเตอร์ ครูเลือกผลงานเด่น นักเรียนจะต้องซื่อสัตย์ ไม่ลอกปัญหาและแนวการตอบของผู้อื่น ต้องมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ประยุกต์เพื่อสร้างปัญหาใหม่เป็นของตนเองโดยพยายามให้เข้ากับบริบทชีวิตจริง

(7) ชั้นประเมินและสะท้อนผล

ครูให้กลุ่มนักเรียนประเมิน โจทย์และวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนในกลุ่มอื่นสร้างขึ้น โดยครูกำหนดรายชื่อกลุ่มที่ประเมินและกลุ่มผู้ถูกประเมินเพื่อประเมินการขยายปัญหาที่เป็นการสร้างปัญหาใหม่และแนวทางตอบของกลุ่มเพื่อน โดยนักเรียนในกลุ่มจะต้องมีความรู้ความสามารถ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนเป็นอย่างดีจึงจะสามารถประเมินงานของผู้อื่นได้

อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของนักเรียนแต่ละคนที่จะต้องปรับระดับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนโดยตั้งใจ และเอาใจใส่ในการเรียนและแสวงหาความรู้เพิ่มเติม และในชั้นการสนทนื่อนักเรียนจะสะท้อนผลในกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น ประเมินการสอนของครูบรรยากาศ สภาพที่เกิดขึ้นในบริบทของห้องเรียนจริง ประเมินตนเองในการทำกิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอน จะทำให้ครูทราบถึงความเข้าใจในความรู้ของนักเรียนและข้อดี ข้อด้อย เพื่อเป็น แนวทางแก้ไขหรือขยายผลในโอกาสต่อไป

3.1.4 ระบบสนับสนุน

ระบบสนับสนุนที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้นี้มีดังนี้คือ

1) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดเองและใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาและได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยสามารถสื่อสารและระบุเหตุผลในการได้มาถึงการคิดนั้น และสามารถอธิบาย ถกเถียงแนวความคิดกับกลุ่มเพื่อนได้ สามารถเป็นได้ทั้งผู้นำและผู้ตาม กล้าแสดงออก ตรงเวลาและรับผิดชอบในชิ้นงานที่ทำ

2) สร้างบรรยากาศในบริบทห้องเรียนจริงที่ไม่เคร่งเครียด ไม่เป็นการบังคับให้กำลังใจและชื่นชมในผลงานที่นักเรียนรับผิดชอบ สร้างความใกล้ชิดเป็นมิตรระหว่างนักเรียนและกลุ่มเพื่อน ระหว่างนักเรียนกับครู ส่งเสริมการทำงานที่ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในกลุ่มเพื่อน กระตุ้นให้นักเรียนไม่นั่งเฉยต้องมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น

3) ครูควรให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาปลายเปิดทั้งในชั้นเสนอปัญหาและขยายปัญหา จะทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่จะคิดเพื่อแก้ปัญหา และสนับสนุนและแนะนำแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และควรมีสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์เพื่อใช้สรุปความรู้ร่วมกับนักเรียน หลังจากผ่านการแก้ปัญหาทั้งแบบเดี่ยว กลุ่มและนำเสนอผลการคิด ครูควรเตรียมกระดานสองหน้า กระดาษสีชนิดอ่อนและแข็ง กรรไกร กาวสองหน้าเพื่อให้นักเรียนใช้สร้างชิ้นงานที่จะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.1.5 ระบบทางสังคม

การที่นักเรียนได้เรียนโดยเข้ากลุ่มเพื่อให้เกิดการปรึกษา นำเสนอความคิดที่หลากหลาย และแก้ปัญหาร่วมกันอาจมีการคิดเพิ่มเติม ช่วยกันวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อให้เกิดข้อสรุปที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จุดประสงค์ที่เรียนรู้อันร่วมกันเพื่อให้เกิดการพึ่งพาช่วยเหลือซึ่งกัน สร้างลักษณะนิสัยที่ไม่เห็นแก่ตัว ไม่เอาเปรียบ และมีความรับผิดชอบ ผู้เรียนจะเกิดกระบวนการกลุ่มรู้หน้าที่ของแต่ละคนไม่ว่าจะเป็นประธาน เลขานุการ รองประธาน ผู้ประสานงาน หรือช่วยกันประเมินงานเพื่อน ความสำเร็จของกลุ่มได้มาเพราะความร่วมมือร่วมใจและความสามารถของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

3.1.6 หลักการตอบสนอง

ครูจะไม่เป็นผู้บรรยายหรือสรุปความรู้ในเริ่มแรกของการสอนในเรื่องต่างๆ แต่จะมีปัญหาคณิตศาสตร์เป็นตัวนำกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ ส่งเสริมให้เกิดการทำงาน คิด ปรัชญา และประเมินร่วมกัน ผู้เรียนจะต้องสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ครูจะไม่ใช้ผู้บอกแต่จะใช้คำถามย่อยเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเป็นการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ บรรยากาศในการเรียนควรทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขในการเรียนรู้ ครูต้องมีการสังเกตและมีการตอบสนองต่อกิจกรรมต่างๆของผู้เรียนด้วยความจริงใจเป็นมิตร และอบอุ่น ควรใช้คำพูดที่ไพเราะและกล่าวชื่นชมและให้กำลังใจ และปลอบใจให้ความหวังกรณีที่บางคนอาจเกิดความเหนื่อยและท้อแท้ในการเรียน ซึ่งงานที่มีความโดดเด่นควรติดบอร์ดโชว์ หรือครูควรนำเสนองานนั้นที่หน้าชั้นเรียนเช่นนำมาประกอบการสรุปความรู้ร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน และน่าจะกล่าวถึงจุดเด่นของงานของแต่ละกลุ่ม

3.1.7 องค์ประกอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

การนำรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักไปใช้นั้นยังคงต้องยึดองค์ประกอบที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

3.1.7.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนคิดอย่างอิสระ เป็นตัวของตัวเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมทำความเข้าใจและตีความหมายและความต้องการของโจทย์ แล้วนำมาสร้างตัวแทนปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา สรุปคำตอบ และตรวจสอบคำตอบ ในใบกิจกรรมปัญหาปลายเปิด

3.1.7.2 การสนับสนุนหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างหลากหลายวิธี และให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเอง และสื่อสารออกมาในรูปแบบที่นักเรียนเข้าใจ พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบและอธิบายสิ่งที่คิดได้อย่างสมเหตุสมผล ทำให้เกิดทักษะการคิด

3.1.7.3 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทำงานกลุ่มได้ เปิดโอกาสอย่างเต็มที่ให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพในการนำเสนอแนวคิดของตน และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เป็นการเรียนรู้ร่วมกัน

3.1.7.4 เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหา แล้วจัดระบบบนกระดานสองหน้าเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าพูด กล้าคิด กล้าแสดงออกต่อหน้าชุมชนและกระตุ้นให้นักเรียนบูรณาการความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นมาใช้ในการนำเสนอในภาพรวมของกลุ่ม

3.1.7.5 ครูควรสรุปความรู้ที่ถูกต้องร่วมกับนักเรียนในด้านความรู้เชิงมโนคติและความรู้เชิงวิธีการ โดยใช้คำถามย่อยอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้นักเรียนมีฐานของโครงสร้างทางปัญญาเพื่อใช้ไปประกอบการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในสถานการณ์อื่นๆของนักเรียน

3.1.7.6 บรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรเป็นบรรยากาศที่ไม่เครียด ไม่เป็นการให้งานที่บังคับให้นักเรียนทำงาน ควรเป็นบรรยากาศที่ผ่อนคลาย เป็นกันเอง โดยควรให้กำลังใจนักเรียนในการคิดที่ไม่ต้องพะวงกับคำตอบที่จะต้องถูกเสมอไป และนักเรียนไม่มีความจำเป็นที่จะต้องลบแนวความคิดที่ไม่ต้องการ เพราะจะเป็นข้อมูลของครูที่ดีซึ่งจะทราบว่านักเรียนคิดอะไรบ้าง และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เพื่อประกอบการพัฒนาการสอนให้ดีขึ้น และควรมีการเสริมแรงในทางบวกเมื่อนักเรียนมีวิธีคิดหรือชิ้นงานที่โดดเด่น เป็นการเสริมกำลังใจให้มีความพยายามยิ่งขึ้นไป

3.1.7.7 ควรกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้และเทคนิคการคิดในสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วมาใช้ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพื่อสร้างตัวแทนปัญหาและมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆได้

3.1.7.8 ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนขยายปัญหาโดยฝึกประสบการณ์ในการทำโจทย์ต่างๆจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แล้วสร้างและแสดงวิธีแก้ปัญหานั้นๆ

3.1.7.9 กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักไตร่ตรอง วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ งานที่เพื่อนขยายปัญหา โดยใช้ความรู้ของตนเองและกลุ่มเพื่อนในการประเมิน พร้อมทั้งเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาคือต่างจากเพื่อน โดยช่วยกันในกลุ่ม

3.1.8 บทบาทผู้สอนและผู้เรียน

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ผู้สอนและผู้เรียนจะมีบทบาทที่สำคัญดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 แสดงหลักการ /เป้าหมาย บทบาทและพฤติกรรมของผู้สอนและผู้เรียนระหว่าง
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก

ขั้นการสอน		หลักการ/เป้าหมาย	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอ ปัญหา	1. ขั้น การ เสนอ ปัญหา	1.สามารถสร้างแบบหรือ ตัวแทนของปัญหาที่เป็นไปได้ อาจจะเป็นในรูปตาราง รูปภาพ แผนภูมิ แผนผัง มโนคติ โคอะแกรม 2.เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา โดยระบุประเด็นปัญหา กำหนด ตัวแปร และความสัมพันธ์ของ ตัวแปร ใช้การสำรวจและการ วิเคราะห์ปัญหา	1.อ่านปัญหาและตีความให้เกิด ความเข้าใจให้ได้มากที่สุด ใช้ ความรู้และประสบการณ์เดิม มา สร้างตัวแทนของปัญหา 2.รู้บทบาทหน้าที่ในฐานะที่ ศึกษารายบุคคลและรายกลุ่ม	1.ครูนำเสนอปัญหาคณิตศาสตร์ที่มี แนวทางในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี ครูให้นักเรียนอ่าน ตำรา รายละเอียด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความสำคัญ ความเกี่ยวข้องในปัญหา หลัก ให้เกิดความเข้าใจ ว่าปัญหา นั้นๆกำหนดและต้องการอะไร 2.ให้นักเรียนสร้างตัวแทนปัญหา จากการทำความเข้าใจในปัญหา อาจ เป็นในรูปตาราง รูปภาพ แผนภูมิ แผนผังมโนคติ กราฟ หรือความ เรียงในปัญหาและกระตุ้นให้ นักเรียน สร้างตัวแทนปัญหา เขียน อธิบายแสดงสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่ โจทย์ ต้องการ 3 ครูช่วยเสริมอธิบายปัญหาเพื่อให้ มั่นใจว่านักเรียนเข้าใจปัญหาอย่าง แท้จริง ว่าโจทย์มีความหมายและ ต้องการอะไร เพื่อให้นักเรียน สามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้ 4.สังเกตการทำงาน และการวางแผนการทำงาน 5.ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสื่อสาร ความคิด

ตารางที่ 27 แสดงหลักการ /เป้าหมาย บทบาทและพฤติกรรมของผู้สอนและผู้เรียนระหว่าง
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก (ต่อ)

ชั้นการสอน		หลักการ/เป้าหมาย	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
ชั้นที่ 2 ชั้น แก้ปัญห	1. ชั้น ใครครอง รายบุคคล	1..เพื่อให้นักเรียนรู้จักวางแผน ปฏิบัติ ตรวจสอบ สร้างรูป ทั่วไปของคำตอบ 2.ตรวจสอบความเหมาะสม ของตัวแบบ ความเป็นไปได้ ความถูกต้อง 3.เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับ ขั้นตอนของเหตุผลที่ใช้ในการ แก้ปัญห 4.หาแนวทางแก้ปัญหที่ หลากหลาย เพื่อไปนำเสนอกับ กลุ่ม	1.พยายามหาแนวทางการสร้าง ตัวแบบหรือตัวแทนของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหด้วยตนเอง ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ 2.เป็นผู้วางแนวทางการ แก้ปัญหลงมือปฏิบัติ ตรวจสอบความถูกต้องอธิบาย ตีความของผลลัพธ์ สร้างรูป ทั่วไปของคำตอบ 3.นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการ แก้ปัญหสรุปคำตอบและ ความรู้ที่ได้ตรวจสอบคำตอบ ด้วยตัวนักเรียนเอง 4.บันทึกค่าของข้อค้นพบใน ใบกิจกรรมที่ครูแจกให้	1.ครูเปิด โอกาสกระตุ้นให้นักเรียน คิดอย่างอิสระ และเน้นการแสดง เหตุผลที่เป็นอุปนัย นิรนัย หรือ การ ใช้สมบัติและความสัมพันธ์ทาง เรขาคณิต ประกอบการแก้ปัญห 2.สังเกตการทำงานของนักเรียน 3.ตรวจสอบการทำใบกิจกรรม รายบุคคล ดูแนวการคิด การให้ เหตุผลการเชื่อมโยง

ตารางที่ 27 แสดงหลักการ /เป้าหมาย บทบาทและพฤติกรรมของผู้สอนและผู้เรียนระหว่าง
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก (ต่อ)

ขั้นการสอน	หลักการ/เป้าหมาย	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู	
ขั้นที่ 2 ขั้นการ แก้ปัญหา	2. ขั้น ไตร่ตรอง รายกลุ่ม	1.ช่วยกันลองคิดลองดูและ ทำงานย้อนกลับเพื่อแก้ปัญหา 2.ช่วยกันตรวจสอบความถูก ต้องและความสมเหตุสมผล ของการให้เหตุผลจากการสร้าง และตรวจสอบข้อความ คาดการณ์ 3.มีการเสนอเชิงอุปนัยและ นิรนัย 4.มีการใช้การให้เหตุผลเชิงมิต สัมพันธ์และเชิงตรรกะ 5.เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละ สาระทางคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่นๆ 6.เสนอความคิดเห็นที่ เหมาะสมกับปัญหา 7.บันทึกผลงานในแต่ละ ขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล	1.ร่ว ม กั น อภิปราย และ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในสิ่ง ที่ได้ค้นพบในรูปของกลุ่ม 2.นักเรียนทุกกลุ่มต้อง รับผิดชอบในการผลิตงานที่ จะต้องนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยเน้นความรับผิดชอบ ความ ตรงต่อเวลา ทำงานเป็นระบบ และซื่อสัตย์ไม่ลอกงานของ กลุ่มอื่น 3.นักเรียนต้องตระหนักถึง คุณค่าของตนเอง เป็นผู้ มีความสามารถเช่นเดียวกับกลุ่ม เพื่อน โดยมีความกล้าเสนอ ความคิดเห็นมุมมอง วิธีคิดของ ตนเอง 4.กล้าวิพากษ์วิจารณ์ โดยยึด หลักของความมีเหตุมีผลที่มี ความเป็นไปได้ 5.รู้จักบทบาทหน้าที่ในกลุ่มผลัด กันเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี รับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น มีความ ยุติธรรม ไม่ลำเอียงเข้าข้างคนใด 6.รู้จักแบ่งปันความรู้ช่วย อธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจ มี ความอดทนและใส่ใจต่อความ คิดเห็นของเพื่อนทุกคน 7.ช่วยงานกลุ่มอย่างเต็มใจ ไม่ เอาเปรียบเพื่อน	1 สนับสนุนให้นักเรียนทุกคนกล้า แสดงออก กล้าคิด กล้าพูด กล้าออก ความคิดเห็นและกล้าประเมินและ กล้าตัดสินใจ โดยคำนึงถึง ผลสำเร็จของกลุ่มร่วมกันคือเกิด วิธีการแก้ปัญหาในปัญหาหลักและ สื่อสารในกระดาน 2หน้า เพื่อ นำเสนอหน้าชั้นเรียน 2.กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันคิด อภิปรายการได้มาซึ่งข้อค้นพบ นึก ถึงการมีเหตุผล การเชื่อมโยงความรู้ การคิดแบบหลากหลาย 3.สังเกต การทำกิจกรรมกลุ่มการ ปฏิสัมพันธ์ในกลุ่ม ความก้าวหน้า หรือการพัฒนาของกลุ่ม ดูการ แก้ปัญหา การให้เหตุผล การ เชื่อมโยง การคิดสร้างสรรค์ 4.ดูระบบงาน ความรอบคอบ ความ รับผิดชอบ ความเชื่อมั่น ในตนเอง เจตคติต่อคณิตศาสตร์ 5.ตรวจผลการทำใบกิจกรรมราย กลุ่ม

ตารางที่ 27 แสดงหลักการ /เป้าหมาย บทบาทและพฤติกรรมของผู้สอนและผู้เรียนระหว่าง
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก (ต่อ)

ขั้นการสอน		หลักการ/เป้าหมาย	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
ขั้นที่ 2 ขั้น แก้ปัญหา	3. ขั้น นำเสนอ ผลงาน	<p>1. เพื่อให้นักเรียนเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนในรูปกลุ่มที่เกิดจากอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การแสดงเหตุผลร่วมกัน และการคิดแบบมีวิจรรย์ฉายในการตัดสินใจเลือกสิ่งที่จะนำเสนอหน้าชั้นเรียน</p> <p>2. เพื่อให้นักเรียนสื่อสารสื่อความหมายและนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม</p> <p>3. เพื่อให้ใช้ข้อความ คำพูด ศัพท์สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล สำหรับการนำเสนอ</p> <p>4. เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออก มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความรับผิดชอบ มีการทำงานที่เป็นระบบ</p> <p>5. เพื่อใช้อุปกรณ์ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางการเขียน สัญลักษณ์ทางการพูด บริบทในชีวิตจริงในการนำเสนอ</p>	<p>1. แต่ละกลุ่มผลัดเปลี่ยนกันนำเสนอผลงานของตนตามการสุ่มของครู เน้นการนำเสนอทุกกลุ่ม</p> <p>2. รู้จักการนำเสนอด้วยคำพูดที่เป็นภาษาทั่วไป วิจารณ์ภาษาทางคณิตศาสตร์ ภาษาสัญลักษณ์ การนึกด้วยภาพ การแสดงสมมติฐานร่วม และภาษาทางคณิตศาสตร์</p> <p>3. นักเรียนกลุ่มอื่น ควรไม่มีการทำงานขณะเพื่อนนำเสนอ กลุ่มทุกกลุ่มควรทำงานให้เสร็จก่อนการนำเสนอ และมีหน้าที่ฟังและคิดในวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน และประเมิน 3 ลำดับที่นำเสนอดีที่สุด โดยให้แต่ละคนระบุเหตุผลด้วยทำไมจึงเลือกเช่นนั้น</p> <p>3. ประเมินผลการนำเสนอของกลุ่มอื่นและประเมินตนเอง</p>	<p>1. ให้ทุกกลุ่มนำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 3 นาทีโดยประกอบสิ่งต่างๆที่จะนำเสนอในกระดานสองหน้า และนำเสนอที่หน้าชั้นเรียน</p> <p>2. ครูสุ่มกลุ่มในการจัดลำดับเพื่อนำเสนอผลงาน และต้องนำเสนอทุกกลุ่ม</p> <p>3. ครูเก็บรายละเอียดการนำเสนอของทุกกลุ่ม และอธิบายพร้อมการใช้คำถามในกรณีเกิดมโนคติของนักเรียนคลาดเคลื่อน</p> <p>4. จัดบันทึกแนวความคิด วิธีแก้ปัญหาของทุกกลุ่ม</p> <p>5. จัดกลุ่มนักเรียนให้ผลัดกันประเมินการนำเสนอ</p> <p>6. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อค้นพบที่ได้</p>

ตารางที่ 27 แสดงหลักการ /เป้าหมาย บทบาทและพฤติกรรมของผู้สอนและผู้เรียนระหว่าง
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก (ต่อ)

ขั้นการสอน		หลักการ/เป้าหมาย	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
ขั้นที่ 2 ขั้น แก้ปัญหา	4. ขั้นสรุป	1. เพื่อเป็นการสรุปสาระสำคัญ มโนคติที่ได้จากการเรียน ค้นคว้า จากแหล่งเรียนรู้และทำ กิจกรรมร่วมกัน โดยครูจะสรุป ร่วมกับนักเรียน ใช้คำถามช่วย ให้นักเรียนคิด	1. ร่วมกันระดมสมองเพื่อสรุป หากถูกเกณฑ์จากมุมมองที่ หลากหลาย 2. ร่วมกันอภิปรายหาเหตุผล ของข้อสรุป 3. นักเรียนเขียนสรุปการค้นพบ ความรู้ทั้งด้านมโนคติและวิธีการ 4. นำเสนอข้อสรุปที่ได้ด้วย วิธีการที่หลากหลาย	1. ครูสรุปมโนคติร่วมกับนักเรียน โดยเน้นการตอบคำถาม 2. ช่วยให้นักเรียนจัดกลุ่ม ความสัมพันธ์ที่ค้นพบอย่าง รอบคอบโดยไม่ให้ซ้ำกันหรือ ละเลยบางประเด็น 3. ครูเลือกชิ้นงานที่นักเรียนนำเสนอ หน้าชั้นเรียนที่สมบูรณ์และแสดง วิธีการแก้ปัญหาที่ต่างวิธีกันเพื่อให้ นักเรียนเห็นแนวทางการคิดที่ หลากหลาย 4. ครูใช้สื่อการสอนประเภท อุปกรณ์ เสริมในการอธิบายข้อสรุป ของความรู้ร่วมกันระหว่างครูและ นักเรียนเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศ ในการเรียนและเพิ่มความเข้าใจใน การเรียนรู้มากขึ้น 5. ครูมอบหมายงานให้นักเรียน สรุปความรู้ที่ได้ในรูปแบบที่เปิด กว้างที่นักเรียนถนัดและสนใจ ไม่ เฉพาะเขียนในกระดาษขาวสั้น เท่านั้น .ตรวจความสมบูรณ์และ ความถูกต้องของข้อสรุปและความ ถูกต้องของเหตุผลต่างๆที่นักเรียน นำมาอ้างอิง

ตารางที่ 27 แสดงหลักการ /เป้าหมาย บทบาทและพฤติกรรมของผู้สอนและผู้เรียนระหว่าง
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก (ต่อ)

ขั้นการสอน		หลักการ/เป้าหมาย	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
ขั้นที่ 3 ขั้นขยาย ปัญหา	1. ขั้นขยาย ปัญหา	1.เพื่อให้มีความคิดริเริ่ม คิด ยืดหยุ่น คิดนอกกรอบ คิด คล่องแคล่ว เพื่อสร้าง โจทย์ ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา ใหม่ ที่เกี่ยวกับประเด็นข้อสรุป พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางหา คำตอบที่หลากหลายในปัญหา ที่สร้างขึ้นใหม่นั้น	1.นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้มา สร้าง โจทย์ปัญหาและแก้โจทย์ ปัญหานั้นๆเป็นรายบุคคล และ ให้มีการช่วยกันตรวจสอบความ เป็น ไปได้และสอดคล้องกับที่ เรียนในกลุ่ม 2.ใช้ สัญลักษณ์ทั้งการพูด การ เขียน การใช้อุปกรณ์ รูปภาพ อธิบายปัญหา และวิธีแก้ปัญหา ให้กลุ่มเพื่อน ให้เข้าใจใน แนวคิดของคน	1.ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสร้าง โจทย์ ปัญหาที่หลากหลายที่เกี่ยวกับเรื่อง ที่เรียน 2.ให้แรงเสริมด้วยคำชมแก่นักเรียน ที่สร้าง โจทย์ได้มาก หลากหลาย ดูการคิดนอกกรอบ การคิด สร้างสรรค์ 3.เลือกผลงานเด่น โดยมี นักเรียนเจ้าของผลงานเป็นผู้ นำเสนอหน้าชั้นเรียน 4.ตรวจสอบความสอดคล้องของ โจทย์ ปัญหาที่สร้างขึ้นกับข้อสรุป 5. ดูเหตุผล การนำเสนอ การสื่อสาร การเชื่อมโยง ความคิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 27 แสดงหลักการ /เป้าหมาย บทบาทและพฤติกรรมของผู้สอนและผู้เรียนระหว่าง
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก (ต่อ)

ขั้นการสอน	หลักการ/เป้าหมาย	บทบาทนักเรียน	บทบาทครู
ขั้นที่ 3 ขั้นขยาย ปัญหา	1. ขั้นประเมินและสะท้อนผล	1.นักเรียนประเมินตนเองใน การทำกิจกรรม ระบุสิ่งที่ พอใจ ไม่พึงพอใจ ข้อปรับปรุง 2.สะท้อนผลสิ่งที่ได้จากการทำ กิจกรรม 3.เขียนขั้นตอน กระบวนการหา ความรู้ ข้อสรุปความรู้ที่ได้ เป็น รายบุคคลแล้วแต่นักเรียนจะใช้ การสรุปโดยวิธีใดแต่ต้องเป็น รูปธรรมเช่นผัง โน้ตค้น หนังสือเล่มเล็ก แฟ้มสะสมงาน หรือโบว์ลาร์ โดยนักเรียนอาจใช้ ความรู้ทางศิลปะ คหกรรม ช่วย ในการทำงานเพื่อให้งาน สวยงาม มีค่าและน่าสนใจ	1.ครูให้กลุ่มนักเรียนประเมินโจทย์ และวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยครูกำหนดรายชื่อกลุ่มที่ ประเมินและกลุ่มผู้ถูกประเมิน 2.ครูให้นักเรียนสะท้อนผลใน กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ ปัญหาเป็นหลัก 3. นำเสนอลักษณะตัวอย่างงาน ที่มี คุณภาพ 4. ตรวจสอบกิจกรรมที่เป็นการ ประเมินงานกลุ่มเพื่อน 5. ตรวจสอบการประเมินตนเองและการ สะท้อนผลการเรียนการสอนโดยใช้ ปัญหาเป็นหลัก

3.2 ผลการวิจัยโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

3.2.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก ในเรื่องเส้นขนาน พีทาโกรัสและสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สูงกว่าเกณฑ์ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2.2 นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก ในเรื่องเส้นขนาน พีทาโกรัสและสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้านคือการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ และการเชื่อมโยง
สูงกว่าเกณฑ์ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2.3 นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหา
เป็นหลักในเรื่องเส้นขนาน พีทาโกรัสและสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกิดกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้านคือ 1) การแก้ปัญหาที่เป็นระบบมีการสร้างตัวแทนปัญหา วางแผนการ
แก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา สรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบ 2) การให้เหตุผล ในด้านการอ้าง
เหตุผลแบบอุปนัย (Create inductive arguments) การลองคิด ลองถูก และทำงานย้อนกลับเพื่อ
แก้ปัญหา (Use trial and error) การค้นหารูปแบบเพื่อหาข้อสรุปทั่วไป (Look for Patterns to arrive

at generalization) และการให้เหตุผลเชิงมิตติสัมพันธ์ 3) การสื่อสาร ในด้านภาษาทั่วไป (Ordinary language) วิชาภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Verbal language) และภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic language) 4) การนำเสนอในด้านสัญลักษณ์ทางการเขียน (Written symbols) และสัญลักษณ์ทางการพูด (Verbal symbols) การใช้อุปกรณ์ (Manipulatives) และ 5) การเชื่อมโยงใน ด้านเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชา

3.2.4 นักเรียนเกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์คือกล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ ในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีความมั่นใจและเชื่อมั่นในตนเอง มีความรับผิดชอบ มีการทำงานที่เป็นระบบ มีความตรงต่อเวลาและบริหารเวลาเป็น มีทักษะทางสังคมสามารถทำงาน ในหมู่คณะได้

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1) จากการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สามารถทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ และกระบวนการหลักทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 กระบวนการ ได้แก่การแก้ปัญหา การสื่อสาร การให้เหตุผล การนำเสนอ และการเชื่อมโยง ก็ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงสมควรที่จะใช้รูปแบบนี้สอนใน โรงเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2) นอกจากนี้การใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ยังสามารถประยุกต์ใช้สอนได้กับเนื้อหาต่างๆในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่ไม่ใช่คณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาการคิดของนักเรียนได้ โดยสามารถศึกษาเป็นแนวทางได้จากใบกิจกรรมที่เป็น ปัญหาปลายเปิดและหลักฐานประจักษ์ที่เป็นร่องรอยของการแก้ปัญหา รูปแบบการสอนนี้จึงควรอยู่ ในโครงการ “หนึ่งโรงเรียน หนึ่งนวัตกรรม” โดยต้องให้การอบรมและการนิเทศ ติดตามจะทำให้ผลของโครงการออกมาสมบูรณ์และรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักสามารถเกิดเป็น รูปธรรมในบริบทของโรงเรียนได้

4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

1) การใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบนี้อาจนับ ได้ว่าเป็นนวัตกรรมที่ใหม่สำหรับบริบทการเรียนการสอนของไทย ดังนั้นถ้าจะให้เกิดผลดีของการ นำรูปแบบนี้ไปใช้ โรงเรียนหรือหน่วยงานควรจัดประชุมปฏิบัติการ โดยครูเล่นบทบาทสมมติ เป็นนักเรียนผู้ทำกิจกรรม โดยดำเนินการตามขั้นสอนที่เป็นระบบทั้ง 7 ขั้น จะทำให้มีความเข้าใจ

ชาวซึ่งและสามารถนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้สอนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะมีความเข้าใจในปัญหาปลายเปิดและขั้นการสอนของวิธีการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

2) ควรมีการเผยแพร่รูปแบบการสอนนี้ไปยังโรงเรียนต่างๆ ในเขตพื้นที่การศึกษา จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เสริมสร้างทำให้เด็กมีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ และรูปแบบการสอนนี้ยังสอดคล้องแนวปฏิรูปการศึกษาใน 5 ประเด็นหลักคือส่งผลให้นักเรียนเป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและทำงานเป็นกลุ่มได้ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล

4.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในด้านความคิดสร้างสรรค์ จากการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยวิเคราะห์จากผลการแก้ปัญหาปลายเปิดในด้านคิดคล่อง คิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่ม

2) ควรได้มีการวิจัยผลของการสอนด้วยรูปแบบนี้ในด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์