

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การออกแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบการเรียนการสอน

เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลำดับตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นที่ 3 การจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการสอนแบบที่สร้างขึ้นและเอกสารประกอบรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น

ขั้นที่ 5 การทดลองรูปแบบ (กลุ่มย่อย) เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ

ขั้นที่ 6 การแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ได้รูปแบบที่สมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 2 การนำรูปแบบไปใช้ มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ขั้นที่ 2 การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลอง

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบการเรียนการสอน

เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

เพื่อออกแบบการเรียนการสอนในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะออกแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนอนุบาล วัดอ่างทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทอง ซึ่งกำลังเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ลักษณะโดยส่วนรวมของการจัดโครงสร้างการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของโรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทองโดยยึดสาระการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้น ผู้วิจัยเลือกนำโรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง มาเป็นตัวแทนประชากรในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้พิจารณาข้อมูลพื้นฐานในโรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทองต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ในด้านหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เป็นหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ในเรื่องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัด และประเมินผลที่เป็นข้อกำหนดของโรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง สภาพปัญหาของการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ โดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร รายงานติดตามผลการใช้หลักสูตร รายงานการวิจัย สัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในโรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง พบว่า สมรรถภาพในการแก้โจทย์ปัญหายังอยู่ในขั้นต่ำ และมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าสมรรถภาพด้านอื่น ๆ กล่าวคือได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2547 - 2550 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 35.20, 43.16, 39.54, 42.93 ตามลำดับสาเหตุ สำคัญส่วนหนึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการที่นักเรียนขาดความสามารถในการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหานั้นเอง ฉะนั้นจึงควรหาทางแก้ไขและปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังตารางนี้

ตารางที่ 5 ความแตกต่างระหว่างรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง และรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์	รูปแบบการเรียนการสอน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง	เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ชั้นนำ - ก่อนสอนผู้สอนบอก จุดประสงค์การเรียนรู้ และหัวข้อเรื่องที่จะสอน นำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาและจัดห้องเรียน ให้มีบรรยากาศเหมาะสม กับกิจกรรมการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ เช่น จัดเก้าอี้เรียนเป็น รายบุคคล และเป็นกลุ่มเมื่อต้องการให้ผู้เรียน ร่วมกันอภิปราย	ชั้นสร้างความสนใจ 1) แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และคะแนน ฐานของนักเรียนแต่ละคน 2) ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับ สอนเนื้อหาใหม่ ชั้นจัดกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา 1. การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น 1) เสนอสถานการณ์ปัญหา

ตารางที่ 5 (ต่อ)

รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง	รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้สอนมีการทดสอบความรู้พื้นฐานผู้เรียนก่อนสอน ขั้นสอน	เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) 4 ขั้นตอน
- ผู้สอนใช้วิธีสอนแบบอธิบายตัวอย่าง อภิปรายหาข้อสรุปเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ หลักการให้ผู้เรียนซักถามปัญหาและทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน ซึ่งเป็นหนังสือเรียนของของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผู้สอนแสดงวิธีหาคำตอบตามกระบวนการที่ต้อง ส่วนใหญ่ผู้สอนอธิบายตัวอย่างบนกระดานดำ และให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันทั้งชั้นเรียน ผู้สอนดูแลคำตอบของการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยไม่ได้ดูวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนตามลำดับ	2) นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบจากการคิดวิเคราะห์ตามขั้นตอนของ Polya (1957) 4 ขั้นตอน
ขั้นสรุป - ผู้สอนสรุปเนื้อหาให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ และผู้สอนส่วนใหญ่ให้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเป็นการบ้าน	3) ครูย้ำแนวคิด และมโนคติโดยการจัดกิจกรรมเชื่อมโยงกิจกรรมรูปธรรมไปสู่กึ่งรูปธรรมและสัญลักษณ์
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน - ผู้สอนมีแบบฝึกทักษะ มีหนังสือเสริมบทเรียนคณิตศาสตร์ หนังสือเสริมส่วนใหญ่เป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติม - ในห้องเรียนจัดป้ายนิเทศให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือแสดงผลงานนักเรียน	2. ชั้นศึกษากลุ่มย่อย การเรียนกลุ่มย่อย (Team Study) ซึ่งจัดกลุ่มความสามารถ โดยมีกิจกรรมดังนี้ 1) ให้แต่ละกลุ่มศึกษาดูสถานการณ์ปัญหาจากแบบฝึกทักษะ แล้วร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) 4 ขั้นตอน 2) นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกเป็นรายบุคคล แต่สามารถปรึกษากันได้ 3) ฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึก 3. ชื่นนำเสนอผลงานและสรุป 1) ให้นักเรียนคัดเลือกตัวแทนนำเสนอผลงานกลุ่ม 2) สุ่มกลุ่มเสนอผลงาน 3) ครูและนักเรียนอภิปรายสรุปผลงานของนักเรียน

ตารางที่ 5 (ต่อ)

รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง	รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- จัดการเรียนการสอนคละกันระหว่าง ผู้เรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน ส่งเสริมผู้เรียนที่มี ความสามารถพิเศษ โดยให้เข้าแข่งขัน ความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์ของโรงเรียน กิจกรรมคิดเลขเร็ว คนเก่งคณิตศาสตร์ ประจำเดือน ช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนช้า โดยครูผู้สอนเป็นผู้สอนซ่อมเสริมบ้างและ ให้ผู้เรียนเก่งช่วยสอนผู้เรียนอ่อนด้วย ด้านการวัดผลและประเมินผล - ใช้หลักการวัดผลและประเมินผลวิชา คณิตศาสตร์ แบบอิงเกณฑ์ตามระเบียบการ วัดผลของโรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง ด้านการนำไปประยุกต์ใช้ - ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อเป็น พื้นฐานในการศึกษาต่อ ซึ่งได้จากการสำรวจ ติดตามผลของผู้เรียนหลังจากเรียนจบ	ชั้นวัดผลประเมินผล 1. การทดสอบย่อย โดยให้นักเรียนทดสอบ เป็นรายบุคคล 2. คิดคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคน 3. คะแนนรวมทีม ทีมไหนได้คะแนนมาก จะได้รับการยกย่อง การวัดผล ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้านการนำไปประยุกต์ใช้ - ผู้สอนให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหา

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ศึกษาทฤษฎี แนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดย การรวบรวมข้อมูล จากหนังสือ
ตำรา และเอกสารเกี่ยวกับงานวิจัยได้ผลสรุปดังนี้

2.1 ด้านทฤษฎี และแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสรุปได้ดังนี้

2.1.1 การแก้ปัญหาเป็นความสามารถทางสมองของแต่ละบุคคลที่ใช้ความรู้
ความคิด ทักษะและความเข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย
ในการพิจารณาโครงสร้างของสถานการณ์นั้น ๆ ตลอดจนการคิดหาแนวทางปฏิบัติ เพื่อให้ปัญหานั้น
หมดไป และบรรลุจุดหมายที่ต้องการ

2.1.2 การแก้ปัญหา มีกระบวนการแก้ปัญหายในสมองดังนี้เมื่อผู้เรียนได้รับสิ่งเร้า คือ ปัญหาเข้าสู่อวัยวะสัมผัสคือหูตาหรือตาเป็นภาพหรือเสียง จากนั้นจะถูกส่งผ่านระบบประสาทไปยังสมอง โดยถามหน่วยความจำของสมองว่าปัญหาที่ได้รับเหล่านี้คืออะไร เคยพบหรือบันทึกในหน่วยความจำหรือไม่ ถ้าเคยพบและจำได้ก็เรียกออกมาจากหน่วยความจำนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นต่อไปผู้เรียนจะแยกแยะปัญหาจนได้รูปแบบของการแก้ปัญหาคือการเรียงลำดับการเสนอวิธีการแก้ปัญหาแต่ละขั้นจนได้คำตอบ และเก็บคำตอบในความจำระยะสั้น จากนั้นก็ส่งผ่านระบบประสาทไปยังอวัยวะมอเตอร์ ทำการตอบสนองออกมาในรูปการเขียนหรือการบอกคำตอบ และในกรณีไม่เคยพบปัญหานี้มาก่อน ผู้เรียนก็จะพยายามศึกษาตีความปัญหา แยกแยะปัญหา และนำประสบการณ์ที่ใกล้เคียงมาดำเนินกรแก้ปัญหา จนได้คำตอบตามระบบการทำงานของสมองเช่นเดียวกัน

2.1.3 การแก้ปัญหาคตามแนวคิดของ Polya (1957) ที่นำมาใช้ในคณิตศาสตร์เน้นกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ

2.1.3.1 การทำความเข้าใจปัญหา โดยผู้แก้ปัญหายพยายามทำความเข้าใจปัญหา เชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่

2.1.3.2 กระบวนการแก้ปัญหาคเป็นการค้นหาขอบข่ายของปัญหาซึ่งเป็นการใช้ความเข้าใจ รวมไปถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดไว้ในปัญหานั้น และการสร้างรูปแบบในการแก้ปัญหาคขึ้น

2.2 กระบวนการแก้ปัญหาคตามแนวความคิดของ Polya (1957, pp. 16-17 อ้างถึงใน สมเดช บุญประจักษ์, 2540, หน้า 14-17) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหาค 4 ขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาค (Understanding the Problem) นั่นคือเข้าใจว่า อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาคหรือไม่ หากเกิดความกำกวม ลักลั่นหรือขัดแย้ง ควรใช้การวาดรูปและควรแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็น ส่วนๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษจะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาคได้ดียิ่งขึ้น

2.2.2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหาค (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ ก็อาจอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาคดังนี้

2.2.2.1 เป็นโจทย์ปัญหาคที่เคยประสบมา หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

2.2.2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาคที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.2.2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในโจทย์ และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกันและพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาก็เคยพบมาใช้กับ โจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.2.2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

2.2.3 ขั้นตอนการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

2.2.4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการในการแก้ปัญหาวีธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่หรืออาจใช้การประมาณค่าคำตอบอย่างคร่าว ๆ

2.2.4.1 การเรียนการสอนการแก้ปัญห สามารถสรุปประเด็นสำคัญคือ

2.2.4.1.1 การสอนการแก้ปัญห ต้องคำนึงถึงวัย ความรู้ ความสามารถ ความสนใจ ภูมิภาวะ ความเหมาะสม ของผู้เรียนและสอดคล้องกับหลักสูตร

2.2.4.1.2 การสอนการแก้ปัญห เป็นสิ่งจำเป็นที่ควรให้ผู้เรียนฝึกฝนอยู่เสมอ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ทักษะการคิดตามลำดับขั้นตอน ซึ่ง De Cecco (1974) เสนอแนะขั้นตอนการสอนคือ ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ทักษะที่สอนว่ามีอะไร ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์พฤติกรรมก่อนสอน ในด้านความพร้อม และพื้นฐานที่จะเรียน ขั้นตอนที่ 3 จัดโปรแกรมการฝึกเป็นหน่วย ๆ ตามลำดับจากทักษะย่อยพื้นฐานไปสู่ทักษะรวม ขั้นตอนที่ 4 อธิบายให้ตัวอย่างเพื่อให้เข้าใจและปฏิบัติได้ถูกต้อง และขั้นตอนที่ 5 จัดสภาพการสอนให้เรียนทักษะได้ผล เช่น ความต่อเนื่องในการเรียนการสอน การให้เวลาฝึกฝนพอสมควร และการให้ผู้เรียนได้ทราบความก้าวหน้าในการฝึก

2.2.4.2 ความสามารถในการแก้ปัญห เป็นความสามารถเฉพาะบุคคลสามารถถ่ายทอดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นสถานการณ์จริงได้ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหของบุคคลนั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม

2.2.4.3 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิจัยต่าง ๆ ความสามารถในการอ่านแล้วสามารถแปลความ ตีความ และขยายความให้ได้ ประสบการณ์ในการแก้ปัญห รวมทั้งทักษะการคำนวณด้วย และองค์ประกอบเหล่านี้ควรได้รับการสอนและการฝึกฝนจึงจะพัฒนาได้ดีขึ้น

3. ศึกษารูปแบบการสอน

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการสอนกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) กับรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนตามรูปแบบของ STAD (Student Teams - Achievement Division)

รูปแบบการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหามาแนวความคิดของ Polya (1957) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล และรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ STAD (Student Team – Achievement Divisions) เป็นรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ของ Slavin, Levey, and Madden (1984) ได้พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด และใช้กันแพร่หลายที่สุด เหมาะสำหรับครูผู้สอนที่เลือกใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในระยะเริ่มแรก STAD มีส่วนประกอบที่สำคัญ 5 ประการด้วยกันคือ

1. การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)
2. การเรียนกลุ่มย่อย (Team Study)
3. การทดสอบย่อย (Test)
4. คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคน (Individual Improvement Scores)
5. ทีมที่ได้รับการยกย่อง (Team Recognition)

1. การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น
ครูจะทำการสอนเนื้อหาของบทเรียนแก่นักเรียน พร้อมกันทั้งชั้น ซึ่งครูอาจใช้เทคนิควิธีการสอนเสนอรูปแบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาของบทเรียน และการตัดสินใจของครูเป็นสำคัญ ที่จะเลือกวิธีการที่เหมาะสม และการนำเสนอบทเรียนของครูต้องใช้สื่อประกอบอย่างพอเพียง

2. การเรียนกลุ่มย่อย

กลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนประมาณ 4-5 คน ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในแง่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศ หน้าที่ที่สำคัญของกลุ่มคือ การเตรียมสมาชิกของกลุ่มให้สามารถทำแบบทดสอบได้ดี หลักจากการเสนอเนื้อหาของครูต่อนักเรียนชั้นแล้ว นักเรียนจะแยกทำงานเป็นกลุ่มเพื่อศึกษาตามบัตรงาน หรือกิจกรรมกลุ่มที่ครูกำหนดให้โดยส่วนมากแล้วกิจกรรมจะอยู่ในรูปของการอภิปราย การแก้ปัญหาร่วมกัน การเปรียบเทียบคำตอบ และการแก้ความเข้าใจผิดของเพื่อนร่วมทีม เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุด สมาชิกในกลุ่มจะต้องทำให้ดีที่สุดเพื่อกลุ่มของตน กลุ่มจะต้องทำให้ดีที่สุดเพื่อช่วยสมาชิกแต่ละคนของกลุ่ม กลุ่มจะต้องคิดและสอนเพื่อนร่วมกลุ่มให้เข้าใจในเนื้อหาที่จะเรียน การทำงานของกลุ่ม ลักษณะนี้จะเน้นความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม การนับถือของตนเอง (Self - Esteem) และการยอมรับเพื่อนนักเรียน ที่เรียนอ่อนสิ่งที่นักเรียนควรคำนึง

ในการทำงานกลุ่มย่อยมีดังนี้

- 2.1 นักเรียนต้องช่วยเหลือเพื่อนในทีมให้ได้เรียนรู้เนื้อหาที่เรียนอย่างถ่องแท้
- 2.2 ไม่มีใครจะเรียนหรือศึกษาเนื้อหาจบเพียงคนเดียว โดยที่เพื่อนในกลุ่มยังไม่

เข้าใจเนื้อหา

- 2.3 ถ้ายังไม่เข้าใจให้ปรึกษาเพื่อนในกลุ่มก่อน จึงปรึกษาครู
- 2.4 เพื่อนร่วมทีมต้องปรึกษาหารือกันเบาๆ ไม่ให้รบกวนกลุ่มอื่น

ในการจัดการเรียนการสอนกลุ่มย่อย ครูควรสนับสนุนในสิ่งต่อไปนี้

- ก. ให้โอกาสผู้เรียนในการตั้งชื่อทีม
- ข. นักเรียนสามารถเคลื่อนย้ายโต๊ะ เก้าอี้ภายในกลุ่มหรือย้ายที่ทำงานของกลุ่มได้ภายใน

ชั้นเรียน

ค. แนะนำให้ผู้เรียนร่วมมือกันทำงานเป็นคู่ หรือ 3 คน ก็ได้ โดยให้มีการตรวจผลงานของกันและกัน เมื่อมีการผิดพลาดเพื่อนในทีมต้องช่วยอธิบายให้เข้าใจ

ง. ไม่ควรจบการศึกษาเนื้อหาง่าย ๆ จนกว่าจะแน่ใจว่าเพื่อนในทีมทุกคน พร้อมทั้งจะทำข้อสอบได้ 100%

จ. ให้มีการอธิบายคำตอบซึ่งกันและกัน แล้วจึงนำไปตรวจกับบัตรเฉลยคำตอบ

ฉ. เมื่อมีปัญหาให้ปรึกษาเพื่อนร่วมทีมก่อน จึงปรึกษาครู

ช. ระหว่างผู้เรียนทำกิจกรรม ครูควรเดินไปรอบๆ ห้อง เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสปรึกษาหารือ ได้สะดวกหรือเป็นการเสริมกำลังใจ

ซ. กลุ่มที่ได้รับการยกย่อง และยอมรับ กลุ่มจะได้รางวัลเมื่อคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3. การทดสอบย่อย หลังจากเรียนไปได้ 2 ชั่วโมง นักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบในระหว่างทำการทดสอบนักเรียนในกลุ่มไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกัน ทุกคนทำข้อสอบตามความสามารถของตนเอง

4. คะแนนในการพัฒนาตนเอง ความคิดที่อยู่เบื้องหลังของคะแนนในการพัฒนาตนเองของนักเรียน คือ การให้นักเรียนแต่ละคนมีเป้าหมายเกี่ยวกับผลการเรียนของตนเองที่จะต้องทำให้ได้ตามเป้าหมายนั้น ซึ่งนักเรียนจะทำได้หรือไม่ จะขึ้นอยู่กับการทำงานหนักเพิ่มมากขึ้นกว่าที่ทำมาแล้วในบทเรียนก่อน นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้คะแนนสูงสุดเพื่อช่วยกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ไม่ได้เลย ถ้าคะแนนในการสอบต่ำกว่าคะแนนที่ได้ในครั้งก่อน นักเรียนแต่ละคนจะมีคะแนนเป็น “ฐาน” ซึ่งได้จากการเฉลี่ยคะแนนในการสอนต่ำกว่าคะแนนของการสอบครั้งก่อน หรือคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบที่คล้ายคลึงกัน คะแนนของนักเรียนสำหรับกลุ่มขึ้นอยู่กับว่าคะแนนของเขาห่างจากคะแนน “ฐาน” มากน้อยเพียงใด

5. กลุ่มที่ได้รับรางวัล และได้รับการยอมรับกลุ่มจะได้รับรางวัลเมื่อคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทุกกลุ่มมีโอกาสได้รับรางวัลเพราะไม่ได้แข่งขันกับผู้อื่น

จากการศึกษารูปแบบการสอนดังกล่าว ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบการเรียนการสอน โดยมีหลักในการออกแบบการเรียนการสอนที่ใช้การบูรณาการรูปแบบการสอน 2 รูปแบบเข้าด้วยกันอย่างกลมกลืนระหว่างรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) กับรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนตามรูปแบบของ STAD (Student Teams - Achievement Division) ผู้วิจัยนำมาบูรณาการเป็นรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเน้นการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ และกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) ให้เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ และสามารถแก้ปัญหาในการเรียนการสอนที่กำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบันให้คลี่คลายลง โดยกำหนดว่าก่อนที่จะเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ครูผู้สอนต้องมีการปฐมนิเทศ ตามแผนปฐมนิเทศในภาคผนวก ข ที่ครูจะต้องชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนเรื่องบทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและในแผนปฐมนิเทศนี้มีการสอนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เช่น การเขียนแผนภาพ การสร้างตาราง การใช้สถานการณ์จริง การจำลองเหตุการณ์ การเดาและตรวจสอบโดยครูเสนอตัวอย่างในการใช้กลยุทธ์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การปฐมนิเทศใช้เวลา 1 ชั่วโมง ก่อนมีการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-9 ซึ่งกำหนดเวลาเรียนไว้แผนการจัดการเรียนรู้ละ 2 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้

บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยเน้นการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และกระบวนการแก้ปัญหา

1. บทบาทครู ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูต้องมีบทบาทดังนี้

ตารางที่ 6 บทบาทครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทครู
1. ขั้นสร้างความสนใจ	- แจงจุดประสงค์การเรียนรู้, ทบทวนความรู้เดิม
2. ขั้นจัดกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา	
2.1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น	- เสนอสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายต่อทั้งชั้น มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาและชีวิตประจำวัน - สอนเนื้อหาใหม่โดยใช้สื่อรูปธรรม สื่อกึ่งรูปธรรม ประกอบ - ตั้งคำถามกระตุ้นการทำความเข้าใจโจทย์และค้นหา แนวทางแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (1957)
2.2 การศึกษากลุ่มย่อย	- เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นการแก้ปัญหา - จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม - แจกแบบฝึก ครบนักเรียนทุกคน - ติดตามดูแลพฤติกรรมนักเรียนในกลุ่ม ช่วยเหลือกลุ่มที่มี ปัญหา
2.3 การนำเสนอผลงานและสรุป	- กระตุ้นให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานเพื่อทราบถึง ความเข้าใจ - กระตุ้นให้นักเรียนสรุปแนวคิด หลักการ หรือความคิด รวบยอดของการแก้ปัญหาหรือสาระที่เรียนในแต่ละครั้ง - ครูย้ำข้อสรุปให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ขั้นวัดผลประเมินผล (การทดสอบย่อย)	- คอยดูแลให้นักเรียนทำแบบทดสอบด้วยความสามารถ ของตนเอง - คัดคะแนนความก้าวหน้าเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม เพื่อหากกลุ่มที่จะได้รับการยกย่อง - แจกคะแนนให้นักเรียนทราบ

2. บทบาทนักเรียน

ตารางที่ 7 บทบาทนักเรียน

กิจกรรมการเรียนการสอน	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ	- ให้ความสนใจและตั้งใจในการทำความเข้าใจพร้อมที่จะปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
2. ขั้นจัดกิจกรรมพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหา	
2.1 การนำเสนอบทเรียน ต่อทั้งชั้น	- อ่านโจทย์ทำความเข้าใจโจทย์ว่า โจทย์ต้องการให้หาอะไร กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง - คิดหารูปแบบแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี - ตรวจสอบคำตอบ - อภิปรายร่วมกันกับนักเรียนสรุปเนื้อหาให้เข้าใจความคิด รวบยอดที่เรียน - บันทึกข้อสรุปลงในสมุด
2.2 การศึกษากลุ่มย่อย	- พยายามทำแบบฝึก - ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำความเข้าใจบทเรียน พร้อมที่จะทดสอบ - ซักถามเพื่อนเมื่อเกิดข้อสงสัย
2.3 การนำเสนอผลงานและ สรุป	- นักเรียนพยายามนำเสนอผลงานที่ร่วมกันทำ - นักเรียนพยายามสรุปแนวคิด หลักการ หรือความคิด รวบยอดของการแก้ปัญหาหรือสาระที่เรียนในแต่ละครั้ง
3. ขั้นวัดผลประเมินผล (การทดสอบย่อย)	- ทำแบบทดสอบด้วยความสามารถของตนเอง - แข่งขันกับตนเองเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

บรรยากาศในชั้นเรียน

เพื่อให้การเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเน้นการสอนแบบร่วมมือกัน เรียนรู้และกระบวนการแก้ปัญหา ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย ประสบความสำเร็จครูควรพยายาม จัดบรรยากาศให้นักเรียนเรียนร่วมกันอย่างมีปฏิสัมพันธ์กันช่วยเหลือกันและกันแลกเปลี่ยนความรู้ และทักษะด้านอื่น ๆ ซึ่งกันและกัน นักเรียนมีการแข่งขันกับตัวเอง พยายามนำกลุ่มไปสู่เป้าหมาย ขอมรับความสามารถซึ่งกันและกัน นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน มีโอกาสช่วยเหลือกลุ่มประสบ ความสำเร็จเท่าเทียมกัน ครูควรให้ความอิสระแก่นักเรียนในการดูแลช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยครูคอยดูแลอยู่ห่าง ๆ จะอธิบายเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ผลสรุปดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านอื่นของผู้เรียน เช่น ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสามารถในการคำนวณ ความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ ความสามารถด้านเหตุผลเชิงถ้อยคำ และความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีบท รวมทั้งส่งผล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สมเดช บุญประจักษ์, 2540; ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, Nol, 1975; Hall, 1977; Gage, 1990; Potempa, 1990)

4.2 องค์ประกอบของตัวแปรที่ผู้สอนควรคำนึงถึงว่ามีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา คือ วิธีสอน กลวิธีการคิด ความแตกต่างของผู้เรียน ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน สถานศึกษาที่สอน ขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา และความชำนาญในการแก้ปัญหา (สุพิศ แก้วสุวรรณ, 2535; Puit, 1979; Pressley, 1986; French, 1990)

4.3 ผู้เรียนในปัจจุบันมีขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาไม่ครบทุกขั้นตอน ซึ่งแต่ละ ขั้นตอนมีความสัมพันธ์และส่งผลต่อความสามารถแก้ปัญหามาก คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน และแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ (ยุวัฒน์ คล้ายมงคล, 2533; สุพิศ แก้วสุวรรณ, 2535)

4.4 การเรียนการสอนที่ใช้การแก้ปัญหา มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคิดขึ้น ถ้าใช้การเรียนการสอนที่เหมาะสม เช่น การสอนแก้ปัญหาแบบตรงจุดการสอนแก้ปัญหาหลายอย่าง โดยฝึกผู้เรียนควบคุมการคิดของตนเอง นอกจากนี้ควรใช้การฝึกที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนจัด ความรู้อย่างเป็นระบบ มีความรู้ในกลวิธีการคิด และมีโปรแกรมในการตรวจสอบกลวิธีการคิดที่จะ ทำให้บรรลุเป้าหมาย รวมทั้งด้านความรู้ความจำผู้เรียนมีแนวทางการแก้ปัญหามากเพียงพอแล้ว (ทัศนี โรจนรวิวงศ์, 2536; Pressley, 1986; Geumon, 1989)

ขั้นที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ในการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินดังนี้

1. สร้างกรอบแนวคิดรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์การศึกษาและข้อมูลพื้นฐาน ในขั้นตอนที่ 1 ทำให้ได้กรอบแนวคิด ผู้วิจัยศึกษาได้ผลสรุปดังนี้

1.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya (1957) ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์ และสรุปเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามลำดับ ขั้นตอนดังนี้

1.1.1 การทำความเข้าใจโจทย์ โดยการทำความเข้าใจปัญหา คือบอกสิ่งที่โจทย์ กำหนดมาให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ การแก้ปัญหา ระบุดำขาคต่อการเข้าใจ จากนั้นเชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่

1.1.2 การวางแผนการแก้ปัญหา โดยการระบุเงื่อนไขจากโจทย์ การแบ่งขั้นตอน ในการแก้ปัญหา การเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การจัดลำดับขั้นตอน เลือกแนวทางในการแก้ปัญหา การประมาณค่าคำตอบ และการระบุปัญหาเกี่ยวข้องกับการใช้สูตร กฎหรือหลักเกณฑ์เรื่องใด

1.1.3 การดำเนินการตามแผน โดยการดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ การใช้ทักษะ ด้านพีชคณิต เรขาคณิต การระบุเหตุผลในการคำนวณ การระบุความถูกต้องในการคำนวณ การใช้ กฎเกณฑ์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ

1.1.4 การตรวจสอบผล โดยการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา การทบทวน คำตอบ โดยพิจารณาจากการคิดคำนวณ การตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่ การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและการทบทวนคำตอบจากการประมาณค่า

1.2 ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ย่อยที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ แก้ปัญหา ที่ทำให้ผู้เรียนดำเนินการตามลำดับขั้นตอน แต่ละขั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ วิเคราะห์และพบว่าทักษะย่อยที่จำเป็นในแต่ละขั้นมีดังนี้

1.2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

1.2.1.1 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา โดยบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้บอก เป้าหมายของการแก้ปัญหา บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และบอกคำขาคต่อการเข้าใจ

1.2.1.2 ทักษะการเชื่อมโยงปัญหาโดยเชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่

1.2.1.3 ทักษะการสร้างตัวแทนของปัญหา โดยสร้างตัวแทนความคิดใน รูปแบบต่าง ๆ คือ ใช้การวาดรูป สร้างแผนภูมิ แผนภาพ แทนสิ่งต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนด การเขียน สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนข้อความในโจทย์และการจัดระบบข้อมูลใหม่

1.2.2 การวางแผนในการแก้ปัญหา

1.2.2.1 ทักษะการระบุเงื่อนไข โดยการระบุรูปแบบ พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ ข้อมูลข้างเคียง และสิ่งที่ต้องการหา แล้วระบุเงื่อนไขที่สอดคล้องกับโจทย์

1.2.2.2 ทักษะการสร้างขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยการเลือกขั้นตอนแบ่งขั้นตอน และจัดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

1.2.2.3 ทักษะเลือกแนวทางการแก้ปัญหาโดยเลือกกลยุทธ์ หลักการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา

1.2.2.4 ทักษะการประมาณค่าคำตอบ โดยการตั้งสมมติฐาน และคาดคะเนคำตอบ

1.2.3 การดำเนินการตามแผน

1.2.3.1 ทักษะการดำเนินงานโดยการลงมือแก้ปัญหตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

1.2.3.2 ทักษะด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยคิดคำนวณตามความรู้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

1.2.3.3 ทักษะการระบุเหตุผลในการดำเนินการ โดยระบุความถูกต้องในการคำนวณ จากการใช้กฎเกณฑ์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

1.2.4 การตรวจสอบผล

1.2.4.1 ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยตรวจสอบการดำเนินการแต่ละขั้นตอนว่าตรงกับสิ่งที่ต้องการ

1.2.4.2 ทักษะการทบทวนคำตอบ พิจารณาจากการคิด คำนวณ และการประมาณค่า

1.3 การเรียนรู้ของผู้เรียนในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

1.3.1 ผู้เรียนรับข้อมูลที่ผ่านส่งเข้าไปยังหน่วยการรู้สึกล้มผัส สมองทำงาน เข้มรหัส แปลงสัญญาณข้อมูลให้อยู่ในรูปรหัส ส่งไปที่ระบบสมองส่วนกลาง

1.3.2 ระบบสมองส่วนกลางทำหน้าที่จัดกระทำกับข้อมูลที่เป็นรหัสแล้ว โดยการช่วยเหลือจากระบบความจำและระบบการควบคุม เนื่องจากระบบความจำ เป็นที่รวบรวม จัดเก็บรหัสที่ถูกสร้างขึ้นอย่างเป็นระเบียบ และระบบควบคุมเป็นหน่วยที่สามารถนำรหัสที่ถูกเก็บไว้ในระบบความจำ มาใช้เป็นประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการกับข้อมูลนั้น

1.3.3 ในขั้นตอนของกระบวนการดำเนินการกับข้อมูล ผู้เรียนจะต้องใช้ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาดำเนินการกับกระบวนการจัดกระทำข้อมูลในสมอง เพื่อทำให้ข้อมูลที่เป็นรหัสแล้วเป็นตัวแทนของปัญหา จากนั้นผู้เรียนจะเริ่มค้นคิดวิธีการแก้ปัญหา จัดเรียงลำดับเสนอวิธีการแก้ปัญหาแต่ละขั้น

1.3.4 หลังจากการดำเนินการและประมวลผลข้อมูล สมอจะส่งข้อมูลที่ถูกรหัสแล้วออกมาเป็นผลสัมฤทธิ์ของการแก้ปัญหาผ่านระบบประสาทไปยัง อวัยวะมอเตอร์ ทำการตอบสนองในรูปแบบของการดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ โดยการเขียน หรือบอกคำตอบ

1.3.5 ผู้เรียนทำการประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา โดยตรวจสอบ ทบทวน ขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการดำเนินการและประมวลผลข้อมูลในสมอจากการสร้างตัวแทนและคิดวิธีการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ และเมื่อนำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหา จะประสบความสำเร็จตามที่ต้องการหรือไม่

1.4 รูปแบบการสอนแบบร่วมมือ

รูปแบบการสอนแบบร่วมมือ มีเป้าหมายที่ต้องการจะให้เกิดแก่ผู้เรียนดังนี้

1.4.1 ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะทางสติปัญญา อันได้แก่การมีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาที่เรียนเป็นอย่างดี รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล

1.4.2 ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะทางสังคม โดยเฉพาะทักษะการทำงานร่วมกัน

1.4.3 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้สึกในด้านการเห็นคุณค่าของตนเอง

หลักการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. รางวัล หรือเป้าหมายของกลุ่ม ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนจะต้องตั้งเป้าหมายหรือรางวัลไว้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้มากขึ้นและพยายามปรับพฤติกรรมของคนเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม รางวัลที่กำหนดเป็นเกียรติบัตรเหรียญทอง เหรียญเงิน เหรียญทองแดง คำชมเชย เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนควรชี้ให้ผู้เรียนทราบว่า กลุ่มไม่ควรแข่งขันเพื่อจุดประสงค์ที่ต้องการรางวัลเพียงอย่างเดียว

2. ความหมายของแต่ละบุคคลในกลุ่ม การจัดการเรียนการสอนถึงแม้จะเรียนเป็นกลุ่ม แต่ในการวัดความก้าวหน้าของกลุ่ม จะวัดความสามารถของสมาชิกแต่ละคนแล้วหาค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่มเพื่อเป็นคะแนนของกลุ่ม ดังนั้นจึงนับได้ว่ากลุ่มจะประสบความสำเร็จก้าวไปสู่เป้าหมายได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถของสมาชิกแต่ละคน ที่จะส่งผลต่อกลุ่มนั่นเอง

3. โอกาสในการช่วยกลุ่มให้ประสบความสำเร็จของสมาชิกทุกคนเท่าเทียมกัน

ผู้เรียนทุกคนจะต้องปรับปรุงพฤติกรรมของเขาให้ดีขึ้น เพื่อส่งผลให้กลุ่มประสบความสำเร็จให้มากที่สุด ซึ่งจะส่งผลต่อตนเองและกลุ่มด้วย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า นักเรียน ทั้งคนเก่ง ปานกลาง อ่อน จะสามารถทำได้ดีเท่าเทียมกัน

จากผลการวิเคราะห์รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนตามรูปแบบของ STAD (Student Teams - Achievement Division) ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพยาและผลงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นว่ารูปแบบการสอนที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ รูปแบบการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพยาและรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนตามรูปแบบของ STAD

2. กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

จากการศึกษารูปแบบการสอน พบว่า ในแต่ละรูปแบบการสอนต้องมียุทธศาสตร์ประกอบที่สำคัญ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นี้ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเรียนการสอน การประเมินรูปแบบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 หลักการ

2.1.1 การจัดการเรียนการสอนเป็นระบบ เป็นขั้นตอน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

2.1.2 การให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

2.1.3 การให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้กลุ่มย่อย (Team Study) ศึกษาสถานการณ์ปัญหาจากแบบฝึกทักษะ แล้วร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหามาตรฐาน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3. ขั้นดำเนินการตามแผน 4. ขั้นตรวจสอบผล โดยครูผู้สอนมีบทบาทให้คำปรึกษาแนะนำ กระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหามาตรฐาน และให้กำลังใจโดยการเสริมแรงเมื่อเห็นว่าผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหามาตรฐานได้ถูกต้อง และมีการยกย่องเมื่อคะแนนความก้าวหน้าในทีมได้คะแนนมาก

2.2 วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.3 ขั้นตอนการเรียนการสอนดังนี้

2.3.1 ขั้นสร้างความสนใจ

2.3.1.1 แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และคะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคน

2.3.1.2 ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับสอนเนื้อหาใหม่

2.3.2 ขั้นจัดกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3.2.1 การนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

2.3.2.1.1 เสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อร่วมกันแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหามาตรฐาน 4 ขั้นตอน

2.3.2.1.2 นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบจากการคิดวิเคราะห์ตามขั้นตอนของโพลยา 4 ขั้นตอน

2.3.2.1.3 ครูย้ำแนวคิด และมโนคติโดยการจัดกิจกรรมเชื่อมโยงกิจกรรมรูปธรรมไปสู่กฎรูปธรรมและสัญลักษณ์

2.3.2.2 ขั้นศึกษากลุ่มย่อย การเรียนกลุ่มย่อย (Team Study) ซึ่งจัดกลุ่มละความสามารถ โดยมีกิจกรรมดังนี้

2.3.2.2.1 ให้แต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหาจากแบบฝึกทักษะ แล้วร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) 4 ขั้นตอน

2.3.2.2.2 นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกเป็นรายบุคคลแต่สามารถปรึกษากันได้

2.3.2.2.3 ฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึก

2.3.2.3 ขั้นนำเสนอผลงานและสรุป

2.3.2.3.1 ให้นักเรียนคัดเลือกรายงานนำเสนอผลงานกลุ่ม

2.3.2.3.2 สุ่มกลุ่มเสนอผลงาน

2.3.2.3.3 ครูและนักเรียนอภิปรายสรุปผลงานของนักเรียน

2.3.3 ขั้นวัดผลประเมินผล

2.3.3.1 การทดสอบย่อยโดยให้นักเรียนทดสอบเป็นรายบุคคล

2.3.3.2 คัดคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคน

2.3.3.3 คะแนนรวมทีม ทีมไหนได้คะแนนมากจะได้รับการยกย่อง

2.4 การวัดผล

ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การเตรียมเอกสารประกอบการสอน เพื่อให้การสอนโดยใช้การเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้ มีความเข้าใจรายละเอียดจำเป็นต้องอาศัยข้อมูล ตามวิธีสอนสามารถดำเนินการเรียนการสอนไปได้อย่างราบรื่นและบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

เอกสารประกอบวิธีการสอนในรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นเอกสารแนะนำผู้สอนในการนำรูปแบบไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เอกสารนี้จะบอกให้ทราบถึงสิ่งที่ต้องศึกษาและจัดเตรียม วิธีการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน

2. แบบฝึกการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาสาระของบทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมงสอน จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น และเอกสารประกอบรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การสร้างเครื่องมือประเมินรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเอกสารประกอบการสอนรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ฉบับ โดยดำเนินการสร้าง ดังนี้

1.1 กำหนดจุดประสงค์ของการประเมิน ซึ่งได้แก่ การประเมินคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเอกสารประกอบการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยพิจารณาทุกองค์ประกอบของรูปแบบและเอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอน

1.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยปรับมาจาก วราพร ขาวสุทธิ (2542) มีลักษณะดังนี้

1.2.1 มาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้ระดับคะแนน 5 ระดับ

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลผลตามน้ำหนักคะแนนกำหนดช่วงคะแนน โดยใช้เกณฑ์บอกระดับ

ความคิดเห็นของ Best (1981, p. 147) ดังนี้

ช่วงคะแนน 1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด ต้องปรับปรุงอีกมาก

ช่วงคะแนน 1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย ควรปรับปรุง

ช่วงคะแนน 2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ช่วงคะแนน 3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ช่วงคะแนน 4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

1.2.2 แบบสอบประเมินปลายเปิด เพื่อให้ผู้ประเมินแสดงความเห็นเพิ่มเติมในข้อเสนอแนะปลายเปิด แต่ละหัวข้อที่ทำการประเมินในประเด็นต่าง ๆ

2. การนำรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านการวัดผลประเมินผล ประเมินคุณภาพด้วยแบบประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งได้พิจารณาจากคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญไว้จำนวน 5 ท่าน คือ

2.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินคานุกรักษ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนและวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์

2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ คชสิทธิ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอน

2.3 รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร แมลงภู ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

2.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษา กองทอง ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

2.5 นางสาวทัศนีย์ เย็นฉ่ำ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนไผ่หมู่วิค สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษอ่างทอง ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเป็นครูต้นแบบวิชาคณิตศาสตร์

3. นำผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ข้อมูล แล้วปรับปรุงรูปแบบและเอกสารประกอบรูปแบบตามคำแนะนำ โดยผู้วิจัยนำแบบประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านประเมินแล้วมาตรวจวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย และนำข้อมูลเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 5 การทดลองรูปแบบเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยการนำไปทดลองสอนนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง จำนวน 6 คน โดยคละนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ด้านดำเนินการจัดการเรียนการสอน ความยากง่ายของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ความเหมาะสมของกิจกรรมกับเวลาที่ใช้สอน และนำผลจากการทดลองสอนมาสรุปเรียบเรียงเพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 6 การแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้รูปแบบที่สมบูรณ์

การแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบในขั้นตอนที่ 5 มาพิจารณาและใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงทั้งรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับสมบูรณ์

การนำรูปแบบไปใช้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ และเป็นการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนสอน ผู้วิจัย ได้ดำเนินการดังนี้

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2551 ภาคเรียนที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนที่ได้จากการสุ่มจากประชากร จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีเกณฑ์และขั้นตอนการเลือกตัวอย่างประชากรดังนี้

1.1 เป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอนอยู่ ได้แก่ โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง ซึ่งมีจำนวน 7 ห้องเรียน ในปีการศึกษา 2551

1.2 เลือกห้องเรียนระดับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกัน แล้วใช้วิธีการสุ่มแบบง่ายด้วยการจับฉลาก เพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง

1.3 แบ่งนักเรียนในแต่ละห้องเรียน ออกเป็น 3 กลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาจากคะแนนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551

ตารางที่ 8 จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

ระดับสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	กลุ่ม	
	กลุ่มทดลอง (คน)	กลุ่มควบคุม (คน)
สูง	11	11
ปานกลาง	24	24
ต่ำ	12	11
รวม	47	46

2. การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังต่อไปนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง บทประยุกต์ เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มุ่งที่จะเปรียบเทียบผลการสอนที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จึงเลือกเน้นศึกษาหัวข้อ โจทย์ปัญหา ซึ่งแยกเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาโดยวิธีสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และแผนการจัดการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาตามวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งแต่ละรูปแบบการเรียนการสอนมีจำนวน 9 แผน เวลาที่ใช้สอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

2.2 แบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องบทประยุกต์ จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.3 แบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดความสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องบทประยุกต์ จำนวน 4 ข้อ เป็นแบบอัตนัย

2.4 แบบทดสอบฉบับที่ 3 วัดความสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นอกเหนือจากเนื้อหาที่เรียน จำนวน 5 ข้อ เป็นแบบอัตนัย

ขั้นที่ 2 การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ทำวิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แก่โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยการสอนแบบใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) กับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดรวบยอด หลักการและเนื้อหา จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ มาสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ และหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีสาระการเรียนรู้ บทที่ 13 บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1.1.1 โจทย์ปัญหาร้อยละ

1.1.2 การหาร้อยละ

1.1.3 โจทย์ปัญหาการซื้อขายเกี่ยวกับต้นทุน กำไร ขาดทุน และการลดราคา

1.1.4 การคิดดอกเบี้ยธนาคาร

1.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สำหรับเนื้อหาที่ใช้ทดลอง ดังนี้

1.2.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการคูณและการหาร (ปัญญัตติไตรยางศ์) ให้สามารถวิเคราะห์โจทย์หาคำตอบ และได้แสดงวิธีทำ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

1.2.2 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาร้อยละให้ สามารถวิเคราะห์โจทย์ หาคำตอบ และแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

1.3 ศึกษาการสอนแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนของ Polya (1957, p. 16) จากหนังสือ How To Solve It และจากเอกสารการอบรมการสอนแก้โจทย์ปัญหา (กรมวิชาการ, 2546, pp. 13-30)

1.4 ศึกษาการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เทคนิค STAD

1.5 วิเคราะห์และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ แต่ละเนื้อหาในเรื่อง บทประยุกต์ มีทั้งหมดจำนวน 8 จุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

1.5.1 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับการคูณ และการหารให้ สามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้

1.5.2 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่มีร้อยละของจำนวนหนึ่งให้ สามารถแสดงวิธีหาค่าร้อยละของจำนวนนั้นได้

1.5.3 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบในรูปร้อยละให้ สามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้

1.5.4 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่มีราคาซื้อ และกำไร หรือขาดทุนที่เป็นร้อยละ ให้สามารถแสดงวิธีหาราคาขายได้

1.5.5 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่มีราคาขาย และกำไร หรือขาดทุนที่เป็นร้อยละ ให้สามารถแสดงวิธีหาราคาทุนได้

1.5.6 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่คิดราคาขายสิ่งของ และลดราคาที่เป็นร้อยละ ให้สามารถแสดงวิธีหาราคาขายจริงได้

1.5.7 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาการซื้อขายที่ต้องการหากำไร หรือขาดทุน หรือราคาลดเป็นร้อยละให้สามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้

1.5.8 เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่มีเงินต้น เวลา และอัตราดอกเบี้ยให้สามารถแสดงวิธีหาดอกเบี้ยได้

1.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เนื้อหาในบทที่ 13 บทประยุกต์ มีจำนวน 9 แผน ๆ ละ 2 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณ และการหารระคนในข้อเดียวกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง ความหมายของร้อยละและการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง โจทย์ปัญหาที่ต้องการหาจำนวนหนึ่งเมื่อเทียบกับจำนวนทั้งหมดที่เป็น 100 และโจทย์ปัญหาการหารร้อยละ โดยใช้คำว่า “ร้อยละ” หรือ “เปอร์เซ็นต์” แทน จำนวน 100

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง การซื้อขาย หักกำไร หรือขาดทุน และราคาขายจริงและโจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับกำไรเป็นร้อยละ หาราคาขาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ เกี่ยวกับขาดทุนเป็นร้อยละ หาราคาขาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง โจทย์ปัญหาที่กำหนดราคาขาย และกำไรเป็นร้อยละ หรือขาดทุนเป็นร้อยละ แล้วให้หาราคาทุน (การหาต้นทุน)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ กับการลดราคา และหาราคาขายจริง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง โจทย์ปัญหาการซื้อขาย ที่ต้องการ หากำไรหรือขาดทุน หรือลดราคาเป็นร้อยละ โจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขายที่มากกว่า 1 ครั้ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 จำนวน 2 ชั่วโมง เรื่อง การคิดดอกเบี้ยในเวลา 1 ปี การหาดอกเบี้ย และเงินรวมในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

ก. สารสำคัญ

ข. จุดประสงค์การเรียนรู้

ค. สารการเรียนรู้

ง. กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

- ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ บอกคะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคน และทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับสอนเนื้อหาใหม่

- ขั้นจัดกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น เสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อร่วมกันแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) 4 ขั้นตอน นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบจากการคิดวิเคราะห์ตามขั้นตอนของ Polya (1957) 4 ขั้นตอน ครูชี้แนะคิด และมโนมติโดยการจัดกิจกรรมเชื่อมโยงกิจกรรมรูปธรรมไปสู่กึ่งรูปธรรมและสัญลักษณ์

- ขั้นศึกษากลุ่มย่อย การเรียนกลุ่มย่อย (Team Study) ซึ่งจัดกลุ่มความสามารถ โดยมีกิจกรรมดังนี้

■ ให้แต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหาจากแบบฝึกทักษะแล้วร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (1957) 4 ขั้นตอน

■ นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกเป็นรายบุคคล แต่สามารถปรึกษากันได้

■ ฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบฝึก

- ขั้นนำเสนอผลงานและสรุป เป็นขั้นที่ให้นักเรียนคัดเลือกตัวแทนนำเสนอ

ผลงานกลุ่ม โดยครูสุ่มกลุ่มเสนอผลงาน เมื่อนักเรียนเสนอผลงานเสร็จแล้วครูและนักเรียนอภิปรายสรุปผลงานของนักเรียน

- ขั้นวัดผลประเมินผล

■ การทดสอบย่อย โดยให้นักเรียนทดสอบเป็นรายบุคคล

■ คัดคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคน

■ คะแนนรวมทีม ทีมไหนได้คะแนนมากจะได้รับการยกย่อง

จ. สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

ฉ. การวัดผลประเมินผล

1.7 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจำนวน 9 แผนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์จะช่วยแนะนำการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดในเรื่องการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การเขียนตามขั้นตอนของรูปแบบที่ออกแบบไว้ ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการสอน จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังภาคผนวก ก) ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนความสอดคล้องของขั้นตอนต่างๆ ของรูปแบบการสอน พบว่า ในภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้เนื้อหามีการเรียงลำดับการสอนจากง่ายไปหายาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องเป็นลำดับขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนการสอนชัดเจนดี แบบฝึกทักษะในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะนำไปใช้ในการฝึกทักษะได้ดีแต่จำนวนแบบฝึกทักษะบางแผนมีจำนวนมากเกินไป ควรรวบเป็นแบบฝึกเดียวกันบ้างในแบบฝึกที่มีเนื้อหาเดียวกัน และบางแบบฝึกทักษะมีจำนวนข้อมากเกินไปให้คำนึงถึงเวลาในการฝึกด้วย เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 และ 7 เป็นต้น ผู้วิจัยนำมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/7 ที่ไม่ใช่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน โดยผลความสามารถของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ช่วงวันที่ 27 ตุลาคม-18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทอง อำเภอเมืองอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง โดยใช้นอกเวลาเรียนในการทดลองสอนทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมสื่อการเรียนและปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม

1.10 จากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มย่อยจำนวน 6 คน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-6 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-9 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปด้วยความราบรื่น นักเรียนทำกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละกับการซื้อขายที่มากกว่า 1 ครั้ง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่คิดหาคำตอบ 2 ขั้นตอน นักเรียนจะทำแบบฝึกไม่ทันเวลาที่กำหนดให้ ผู้วิจัยจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มาปรับปรุงแก้ไขโดยการลดจำนวนข้อในแบบฝึกให้น้อยลง ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551

2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ด้วยการสอนแบบปกติตามคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ เนื่องจากโรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) แต่ไม่ได้แยกเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาแนวการสอนคณิตศาสตร์จากคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

2.2 ใช้เนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ เช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้แนวการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ให้เขียนตามคู่มือครู ไม่มีการแก้ไขใด ๆ ผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าให้ดำเนินไปตามคู่มือการสอนที่เขียนไว้ โดยให้คำนึงถึงเรื่องเวลาที่ใช้สอนด้วย

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนตามคู่มือครู ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/6 ที่ไม่ใช่แก่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน ปีการศึกษา 2551 ช่วงวันที่ 27 ตุลาคม-18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทอง อำเภอเมืองอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียน และปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม

2.6 จากการทดลองการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู พบว่า การสอนดำเนินไปตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในแต่ละแผนได้ราบรื่นดี เวลาเหมาะสม แต่อาจมีการยืดหยุ่นเรื่องการทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนซึ่งบางเรื่องมีจำนวนแบบฝึกหัดมากจึงให้ไปทำเป็นการบ้าน ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข โดยเขียนให้ชัดเจนการทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ของกระทรวงศึกษาธิการจำนวนกี่ข้อในเวลาเรียน และทำแบบฝึกหัดจำนวนกี่ข้อเป็นการบ้านส่งตรวจวันรุ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มควบคุม

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ศึกษาค้นคว้ามุ่งเน้นเฉพาะโจทย์ปัญหา ผู้ทำวิจัยจึงวัดความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

3.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation)

3.2 ความเข้าใจ (Comprehension)

3.3 การนำไปใช้ (Application)

3.4 การวิเคราะห์ (Analysis)

โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสาร ตำราต่าง ๆ ทางด้านการวัดผลและเทคนิคการเขียนข้อสอบ
2. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
3. สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ให้เป็นแบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ให้เป็นแบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. นำแบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบพิจารณาแก้ไขข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ พบว่า ข้อสอบส่วนใหญ่มีความสอดคล้องตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ดี มีบางข้อให้ปรับโจทย์ปัญหาให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ปรับคำถามในโจทย์ปัญหาให้ชัดเจน และปรับคำตอบในตัวเลือกให้เหมาะสมกับคำถาม ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขข้อสอบที่สร้างขึ้น
6. นำแบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์และวัดผล จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามโครงสร้างการใช้ภาษา และความถูกต้อง โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังต่อไปนี้
 - คะแนน +1 สำหรับข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง
 - คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง
 - คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่ได้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง

7. นำแบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบพิจารณาแก้ไขว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามเนื้อหาและวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เหมาะสมหรือไม่ พบว่า ข้อสอบมีความเหมาะสมดี แต่ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษา ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไขข้อสอบที่สร้างขึ้น

8. นำแบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ และวัดผล จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา และวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เหมาะสมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังต่อไปนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

9. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงจาก

ผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ได้ผลดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า IOC อยู่ระหว่าง .80 - 1.00

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

10. นำแบบทดสอบฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/4 โรงเรียนสตรีอ่างทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทอง อำเภอเมืองอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย จำนวน 98 คน ซึ่งเคยผ่านการเรียนเรื่องนี้มาแล้ว นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 27% ของ Fan (1952, pp. 1-32) (ตารางแสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ดังภาคผนวก จ)

11. คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกไว้จำนวน 40 ข้อ และนำไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ สำหรับแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder -Richardson 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 168) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับใช้สูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนของข้อทดสอบทั้งหมด

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกแต่ละข้อ $= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดแต่ละข้อหรือ คือ $1-p$

S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

12. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/4 โรงเรียนสตรีอ่างทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษอ่างทอง อำเภอเมืองอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย จำนวน 98 คน ซึ่งเคยผ่านการเรียนเรื่องนี้มาแล้ว นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 27% ของ Fan (1952, pp. 1-32) (ตารางแสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ดังภาคผนวก ข) แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ใช้สูตร

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนของข้อทดสอบทั้งหมด

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อดังนี้

1. ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยคัดเลือกไว้ 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .21- .63 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง .20 - .62
2. ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย ผู้วิจัยออกไว้จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .53 - .63 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง .71 - .79

ผลการวิเคราะห์ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับดังนี้

1. ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .94
2. ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นฉบับ

เท่ากับ .97

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบแสดงขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอนของโพลยาซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแบบเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 9 แสดงเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 ข, หน้า 104-105)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจ ปัญหา	3	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา	3	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2	- สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์
	1	- ไม่ถูกต้อง
		- ไม่มีการสรุปคำตอบ

ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคะแนนเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ตามตารางที่ 11

ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผล แบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคะแนนเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ตามตารางที่ 11

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลอง

การนำเครื่องมือที่ผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง และเก็บข้อมูล ที่ได้จากการทดลอง นำไปวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ทำวิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. การดำเนินการทดลอง
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 7 ห้อง ปีการศึกษา 2551

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลวัดอ่างทอง สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 2 ห้อง แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุมจำนวน 1 ห้อง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ซึ่งได้จากการเลือกด้วยเหตุผล ดังต่อไปนี้

1. โรงเรียนนี้มีจำนวนนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มากเพียงพอต่อการทดลองทำวิจัยครั้งนี้
2. เนื่องจากการทำวิจัยทั้งทดลอง ซึ่งจะต้องกระทำติดต่อกันเป็นเวลานานพอสมควร ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนแต่ละความสามารถในแต่ละห้องมีนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง อ่อน จึงจำเป็นต้องได้รับการเห็นชอบและการสนับสนุนจากผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งโรงเรียนนี้ผู้บริหารยินดีให้ทำวิจัยได้ และผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนนี้ หลังจากนั้นจึงสุ่มแบบง่ายเพื่อกำหนดห้องที่ใช้ในการทดลองวิจัยจำนวน 2 ห้อง เป็นกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวนนักเรียน 47 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 และกลุ่มควบคุมจำนวน 1 ห้อง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวนนักเรียน 46 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โดยมีขั้นตอนในการสุ่มแบบง่าย จับสลาก เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

การดำเนินการทดลอง

ผู้ทำวิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการทำวิจัยแบบ Pretest – Posttest Control-Group Design (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 219) ดังแสดงในแบบแผนการวิจัยในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T ₁	X ₁	T ₂
CR	T ₁	X ₂	T ₂

ความหมาย

X₁ แทน การสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

X₂ แทน การสอนแบบปกติ

T₁ แทน การสอบก่อนที่จัดกระทำทดลอง

T₂ แทน การสอบหลังจากที่จัดกระทำทดลอง

R แทน การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม

C แทน กลุ่มควบคุม

E แทน กลุ่มทดลอง

รายละเอียดของการดำเนินการทำวิจัยมีดังนี้

1. การทดลองเริ่มในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 แต่ละกลุ่มใช้เวลาทดลอง 18 วัน วันละ 1 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนใช้เวลา 2 ชั่วโมง โดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม
2. ก่อนการทดลอง ทดสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และทดสอบแบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้น
3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้งสองกลุ่มโดยใช้เนื้อหาที่สอนอย่างเดียวกัน แต่วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนต่างกันดังนี้

กลุ่มทดลอง การสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทดลองสอนช่วงวันที่ 24 พฤศจิกายน - 26 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ในชั่วโมงแรกผู้วิจัยจะปฐมนิเทศก่อนตามแผนปฐมนิเทศ ในภาคผนวก ช เพื่อชี้แจงวิธีการเรียนและสอนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

กลุ่มควบคุม การสอนแบบปกติ ทดลองสอนช่วงวันที่ 24 พฤศจิกายน - 26 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ในชั่วโมงแรกผู้วิจัยจะชี้แจงวิธีการเรียน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

ในการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้เวลาสอน 18 ชั่วโมง โดยสอนวันละ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 24 พฤศจิกายน - 26 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ตามตารางที่ 13 ดังนี้

ตารางที่ 11 ตารางสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วัน/ เวลา	9.00 น.-10.00 น.	10.00 น.-11.00 น.	11.00 น.-12.00 น.	13.00 น.-14.00 น.
จันทร์	ป.6/1 กลุ่มควบคุม	ป.6/3 กลุ่มทดลอง		
อังคาร	ป.6/3 กลุ่มทดลอง			ป.6/1 กลุ่มควบคุม
พุธ	ป.6/1 กลุ่มควบคุม			ป.6/3 กลุ่มทดลอง
พฤหัสบดี	ป.6/3 กลุ่มทดลอง	ป.6/1 กลุ่มควบคุม		
ศุกร์	ป.6/1 กลุ่มควบคุม	ป.6/3 กลุ่มทดลอง		

4. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้น และทดสอบแบบทดสอบฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ไปวิเคราะห์หาผลตามสมมติฐานของการวิจัยและวัตถุประสงค์ของการวิจัยด้วยสถิติที่เหมาะสม และสรุปผลการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 คะแนนเฉลี่ย (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 59-60)

ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน
 n แทน จำนวนนักเรียน

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x^2$ คือ ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทุกคะแนน
 $(\sum x)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
 n คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

2.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ใช้สูตรของ Rovinelli and Hambleton (1997 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2536, หน้า 249)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ สำหรับแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยใช้สูตร KR-20 Kuder -Richardson 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 168) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ n แทน จำนวนของข้อทดสอบทั้งหมด

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกแต่ละข้อ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดแต่ละข้อหรือ คือ $1-p$

S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.3 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ซึ่งเป็นแบบอัตนัย ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (α -Coefficient) ใช้สูตร

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งหมด

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

S^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 การหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถ

ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัยโดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (1989

อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุคมสิน, 2536, หน้า 147-148) ใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ค่าความยากง่าย (p)} = \frac{S_h + S_l - (n_l)(X_{\min})}{n_l(X_{\max} - X_{\min})}$$

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก (r)} = \frac{S_h - S_l}{N_h(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ S_h แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_l แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

n_h แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

2.5 คะแนนเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 59-60) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

n แทน จำนวนนักเรียน

3. ความแปรปรวนของคะแนน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 62)

ใช้สูตร

$$S^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองทีละตัว

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

4. ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้

t-test แบบ Independent Samples (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2534, หน้า 176-181)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

เมื่อ t แทน ค่าจากการแจกแจงของ t-distribution

$\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มควบคุม

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลอง

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มควบคุม

5. การตั้งเกณฑ์ผ่าน คะแนนเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และคะแนน
เกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเท่ากับคะแนนเดิม รวมกับ $r\%$ ของ
คะแนนที่ขาดไปจากคะแนนเต็ม คัดจากสูตรดังนี้

$$z = a + (n - a) \frac{r}{100}$$

กำหนดสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการคำนวณดังนี้

a = คะแนนสอบก่อนเรียน (Pretest)

z = คะแนนเกณฑ์ (คะแนนที่ใช้เป็นเกณฑ์สำหรับเปรียบเทียบ)

n = จำนวนข้อ หรือคะแนนเต็ม

r = เปอร์เซนต์ของจำนวนข้อที่เป็นเกณฑ์เป้าหมาย