

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยการสร้างรูปแบบการสอน ตรวจสอบคุณภาพ ทดลองใช้ และศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับผล และการนำผลที่เกิดจากการนำรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ดังนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษานั้น ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างรูปแบบการสอน ดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นที่ 2 สร้างรูปแบบการสอน ดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดกรอบแนวคิดและสร้างรูปแบบการสอน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 สร้างคู่มือการใช้รูปแบบการสอน

ขั้นตอนที่ 4 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการสอน ดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของรูปแบบการสอน

ขั้นที่ 2 ปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 1

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอน

ขั้นที่ 4 ปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 2

ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการสอนและศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากการนำรูปแบบการสอน ฯ ไปใช้ ดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มทดลอง

ขั้นที่ 2 การเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการสอน

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 5 สรุปผลการทดลองใช้ และสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอน ฯ ไปใช้

ระยะที่ 1 การสร้างรูปแบบการสอน ดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการสอนและรูปแบบการสอน การคิดและการพัฒนาทักษะการคิด การพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนารูปแบบการสอน รูปแบบการสอน การพัฒนาทักษะการคิดของจอยซ์และเวล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำมากำหนดเป็นโครงสร้างและสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับการสอนและรูปแบบการสอน เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการสอน รวมทั้งกลยุทธ์ กลวิธี และเทคนิควิธี ซึ่งจะนำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้มีประสิทธิภาพ และศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการสอน ตามแนวคิดของจอยซ์และเวล (Joyce & Weil, 2004) โดยพิจารณาแบบแผน และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการสอนในแต่ละกลุ่ม ที่จอยซ์และเวล ได้แบ่งไว้เป็น 4 กลุ่มด้วยกัน คือ 1) กลุ่มที่เน้นการประมวลผลข้อมูล 2) กลุ่มที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม 3) กลุ่มที่เน้นตัวบุคคล และ 4) กลุ่มที่เน้นการปรับพฤติกรรม

2. ข้อมูลเกี่ยวกับการคิดและการพัฒนาทักษะการคิด เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการคิดและทักษะการคิด ตามหลักการของ การ์ดเนอร์, คอวีน และทอมป์สัน (1975) สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) วณิช สุธารัตน์ (2543) ทิศนา แจมมณี และคณะ (2544) อุทัย โพธิสุข และคณะ (2544) และสุรางค์ ไคว้ตระกูล (2550) รวมทั้งการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และบรูเนอร์ โดยพิจารณาว่า มีหลักการและแนวคิดที่สำคัญ ๆ ในแต่ละเรื่องอะไรบ้าง ที่ผู้วิจัยสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

3. ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ปีคริสตศักราช 1989 และ คริสตศักราช 2000 เอกสาร คำราที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ของ ริชาร์ด เจ. ชกรอย และลอรา แชนนอน ชกรอย (Richard J. Sgroi & Laura Shannon Sgroi, 1993) มัสเซอร์, เบอร์เจอร์ และ ปีเตอร์สัน (Musser, Burger & Peterson, 2001) แนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ยุพิน พิพิธกุล (2545) และผลงานวิจัยของ รุ่งทิวา นามำรุ่ง (2550)

นอกจากนี้ ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากตำราของ วูลฟอล์ก (Woolfolk, 2007) ครูลิกและรูดนิค (Krulik & Rudnick, 1993) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ในส่วนของบรรยากาศในชั้นเรียนนั้น ได้ศึกษาหลักการ และแนวคิดของกิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Guilford & Hoepfner, 1971) โรเวน และลอมา (Rowan & Loma, 1993) รวมทั้งศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับหลักการแนวคิดของการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ของสลาวิน (Slavin, 1980) เดวิดสัน (Davidson, 1990) และจอห์นสัน (Johnson, 1989)

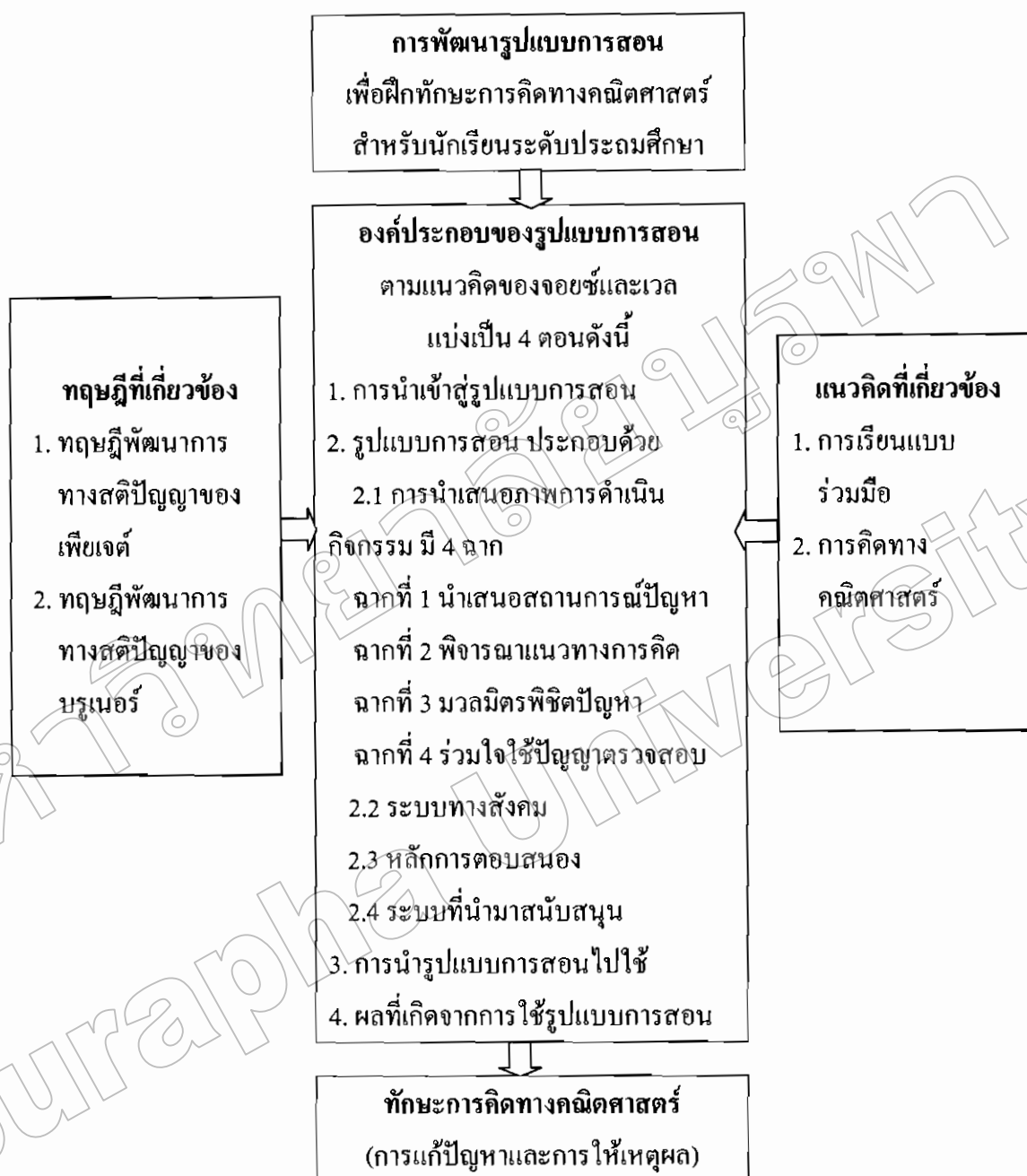
4. ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการสอนการพัฒนาทักษะการคิด เป็นการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการสอน เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิด โดยศึกษาจากงานการศึกษาค้นคว้าของ นลินี บำเรอราช (2542) และตำราของจอยซ์และเวล (Joyce & Weil, 2004) ซึ่งนำเสนอเกี่ยวกับหลักการ แนวคิด การนำเข้าสู่รูปแบบการสอน การนำเสนอภาพการดำเนินกิจกรรม ระบบทางสังคม หลักการตอบสนอง และระบบที่นำมาสนับสนุน ของแต่ละรูปแบบว่ามีลักษณะสำคัญอย่างไรบ้าง สำหรับรูปแบบการสอนที่ศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ประกอบด้วย รูปแบบสร้างสรรค์ความคิด รูปแบบพินิจหมวดหมู่ รูปแบบร่วมรู้สืบเสาะ รูปแบบเพาะมโนทัศน์ รูปแบบสืบรู้สู่ความ และรูปแบบสืบค้นคำตอบปัญหาทางวิทย์ - ชีวภาพ ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดเป็นหลัก

ขั้นที่ 2 สร้างรูปแบบการสอน ผู้วิจัยสร้างรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นจากผลการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลในขั้นที่ 1 แล้วนำผลดังกล่าวมาสร้างเป็นรูปแบบการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา สำหรับการสร้างรูปแบบการสอนนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดกรอบแนวคิด และสร้างรูปแบบการสอน

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเรื่อง การสอนและรูปแบบการสอน การคิดและการพัฒนาทักษะการคิด การพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และรูปแบบการสอนการพัฒนาทักษะการคิด มาวิเคราะห์และกำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการสอน โดยกำหนดเป็น 4 ตอน คือ 1) การนำเข้าสู่รูปแบบการสอน 2) รูปแบบการสอน 3) การนำรูปแบบการสอนไปใช้ และ 4) ผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอน

กำหนดรูปแบบการสอนตามแนวของจอยซ์และเวล และผลงานการศึกษาค้นคว้าของ นลินี บำเรอราช ซึ่งประกอบด้วย การนำเข้าสู่รูปแบบการสอนการนำเสนอภาพการดำเนินกิจกรรมระบบทางสังคม หลักการตอบสนอง และระบบที่นำมาสนับสนุน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กรอบแนวคิดในการวิจัย การพัฒนาแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

สร้างรูปแบบการสอนตามหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้
องค์ประกอบของรูปแบบการสอน ประกอบด้วย 1) การนำเข้าสู่รูปแบบ
การสอน 2) รูปแบบการสอน ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบย่อย คือ การนำเสนอภาพการดำเนิน
กิจกรรม ระบบทางสังคม หลักการตอบสนอง และระบบที่นำมาสนับสนุน 3) การนำรูปแบบ
การสอนไปใช้ และ 4) ผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอน (ผลทางตรง/ ผลทางอ้อม)
ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การนำเข้าสู่รูปแบบการสอน กล่าวถึงเหตุผลและความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยนำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ส่วนทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ กล่าวว่า เด็กจะเกิดการเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้จะเกิดจากการค้นพบ เนื่องจากเด็กหรือนักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งจะเป็นแรงผลักดันให้เกิดการเรียนรู้ได้ รวมทั้งแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือของ สลาวิน เดวิด จอห์นสัน และรอเจอร์ จอห์นสัน กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นลักษณะการร่วมมือกันหรือช่วยกันเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการปลูกฝังทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต

รูปแบบการสอน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

องค์ประกอบย่อยที่ 1 การนำเสนอภาพการดำเนินกิจกรรม แบ่งเป็น 4 ฉาก ดังนี้

ฉากที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ฉากนี้ครูผู้สอนควรดำเนินการและเตรียมองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. จัดนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยแต่ละความสามารถ มีเก่ง ปานกลาง และอ่อน ทั้งนี้ให้กำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนให้ชัดเจน เช่น หัวหน้า รองหัวหน้า เลขานุการ เป็นต้น
2. นำเสนอสถานการณ์ปัญหา/ โจทย์/ โจทย์ปัญหา ในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายในวิธีการคิดหาคำตอบ สถานการณ์ปัญหา ฯลฯ ดังกล่าว จะมีข้อความหรือไม่มีข้อความประกอบก็ได้ แต่ไม่มีข้อความกำกับ
3. ครูผู้สอนเตรียมคำถามเพื่อนำไปใช้ถามนักเรียน คือ “สถานการณ์ปัญหา/ โจทย์/ โจทย์ปัญหา ที่กำหนดให้ ควรตั้งคำถามว่าอย่างไร” หรือ “สถานการณ์ปัญหา/ โจทย์/ โจทย์ปัญหา ที่กำหนดให้ควรจะถามว่าอะไรได้บ้าง”
4. ครูผู้สอนจดบันทึกข้อความที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ไว้บนกระดาน
5. ครูผู้สอนให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันจัดกลุ่มข้อความให้เป็นหมวดหมู่ และจัดลำดับความสำคัญหรือระดับความยากง่ายของข้อความ ที่ร่วมกันนำเสนอ
6. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันพิจารณาข้อความของแต่ละกลุ่มหรือแต่ละคน เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของข้อความว่าสอดคล้องและสัมพันธ์กับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ และข้อความนั้น ๆ มีแนวทางที่จะหาคำตอบได้หรือไม่ ควรจะปรับและเปลี่ยนข้อความใหม่หรือไม่ ให้นักเรียนร่วมกันวิพากษ์และแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มกำลังความสามารถ ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและนำเสนอความเห็น เช่น “ข้อความข้อนี้น่าสนใจหรือไม่” “ข้อความนี้ควรปรับเปลี่ยนอะไรบ้างหรือไม่”

“ถ้าจะเปลี่ยนข้อคำถามใหม่จะเปลี่ยนเป็นอะไร” “มีกลุ่มใดจะนำเสนอข้อคำถามใหม่เพิ่มเติมอีกบ้างหรือไม่” เป็นต้น

7. ครูผู้สอนคอยสังเกตว่านักเรียนมีความกระตือรือร้น กล้าคิดกล้าแสดงออกหรือไม่ ทั้งนี้ครูคอยอำนวยความสะดวกและป้อนคำถามเป็นระยะ ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออก ซึ่งเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน

ฉากที่ 2 พิจารณาแนวทางการคิด ฉากนี้ครูผู้สอนควรดำเนินการและเตรียมองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างที่เหมาะสมกับแนวทางการแก้ปัญหาตามกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาของโพลยา ที่นำเสนอไว้ในตำราของ มัสเซอร์, เบอร์เจอร์ และ ปีเตอร์สัน (Musser, Burger & Peterson, 2001)

2. ครูผู้สอนสาธิตการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา เช่น การเดาและการตรวจสอบ (Guess and Test) การใช้ตัวแปร (Use a Variable) การวาดรูปภาพ (Draw a Picture) การใช้แบบรูป (Look for a Pattern) การแจงรายการ (Make a List) การแก้ปัญหาย่างง่าย ๆ (Solve a Simpler Problem) การเขียนแผนภาพ (Draw a Diagram) การคิดแบบย้อนกลับ (Work Backward) ฯลฯ

3. ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาตัวอย่าง 1 - 2 ตัวอย่าง เพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนจดกลยุทธ์ที่แต่ละกลุ่มนำเสนอไว้บนกระดาน

4. ครูผู้สอนสอบถามเหตุผลในการเลือกกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มในประเด็นคำถาม ดังนี้ “ทำไมจึงเลือกกลยุทธ์นี้มาใช้แก้ปัญหา” “ขั้นตอนในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร” “มีกลยุทธ์ใดบ้างที่นำเสนอไว้เป็นกลยุทธ์ที่ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่นำเสนอ” “กลยุทธ์ใดเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ง่ายที่สุด สะดวกและรวดเร็วที่สุด” ฯลฯ

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหากลุ่มต่อเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อให้เรียนรู้ร่วมกัน หากกลุ่มใดมีข้อสงสัยให้ซักถามกลุ่มที่นำเสนอ โดยครูผู้สอนคอยชี้แนะช่วยเหลือและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด หากนักเรียนกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดต้องการความช่วยเหลือ

ฉากที่ 3 มวลมิตรพิชิตปัญหา ฉากนี้ครูผู้สอนควรดำเนินการและเตรียมองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ไม่มีข้อคำถาม และสถานการณ์ปัญหาที่นำเสนอ นั้น ควรมีความหลากหลาย อาจเป็นสถานการณ์ทั้งที่มีข้อความ และไม่มีข้อความ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนแต่ละคนและแต่ละกลุ่ม

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาตามข้อคำถามที่สมาชิกภายในกลุ่ม สมาชิกต่างกลุ่ม หรือครูผู้สอนนำเสนอไว้บนกระดาน หรือที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจดบันทึกไว้

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาตามกลยุทธ์ที่เลือกไว้

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหาต่อเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ แบบกลุ่มต่อกลุ่ม หรืออาจนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อน ๆ และครูผู้สอนร่วมกันตรวจสอบว่า “วิธีแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา “ถูก” หรือ “ผิด” หรือมี “ข้อผิดพลาด” ในขั้นตอนใดในการแก้ปัญหาบ้าง เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาให้มีความถูกต้องต่อไป

ฉากที่ 4 ร่วมใจใช้ปัญญาตรวจสอบ ฉากนี้จะเป็นฉากการตรวจสอบความเข้าใจ การเลือกใช้กลยุทธ์ ขั้นตอนและผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา รวมทั้งการตรวจสอบความผิดพลาดของผลการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นที่ครูผู้สอนนำเสนอไว้ โดยครูผู้สอนดำเนินการและเตรียมสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูผู้สอนยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นผลผลิตการคิดที่สำเร็จรูปโดยเริ่มตั้งแต่การตั้งข้อคำถาม แนวทางการแก้ปัญหา ผลของการแก้ปัญหาที่มีจุดบกพร่องหรือมีความผิดพลาดบางจุดให้นักเรียนร่วมกันพิจารณา โดยยกตัวอย่าง 1 - 2 ตัวอย่าง

2. ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาอีก 1 ตัวอย่าง เพื่อให้ให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา โดยนักเรียนร่วมกันอ่านสถานการณ์ปัญหาและครูผู้สอนสุ่มเรียกนักเรียนเพื่อให้อธิบายคำตอบอย่าง เช่น “จะตั้งข้อคำถามอย่างไร” “จะใช้กลยุทธ์ใดในการแก้ปัญหา” “นอกจากกลยุทธ์ที่เพื่อนนำเสนอแล้วยังมีกลยุทธ์อื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้อีกบ้างหรือไม่” “กลยุทธ์ใดที่เป็นวิธีที่ใช้แก้ปัญหาที่ง่ายที่สุด ในความคิดเห็นของนักเรียน” ฯลฯ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เกิดจากการคิดร่วมกันและเลือกกลยุทธ์การแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง เพื่อเป็นการฝึกทักษะการคิดร่วมกันในสถานการณ์ปัญหาที่ร่วมกันกำหนดขึ้น ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้ของสมาชิกภายในกลุ่ม

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการคิดแก้ปัญหาที่เกิดจากการคิดเอง ทำเองของสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น ๆ

5. นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับความมั่นใจในการคิดแก้ปัญหาหลังจากผ่านกระบวนการฝึกทักษะการคิดมาแล้ว

6. ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหา/โจทย์/โจทย์ปัญหา โดยจัดทำเป็นแบบฝึกทักษะที่นักเรียนสามารถนำกลยุทธ์ต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี เพื่อเป็นการเติมเต็มศักยภาพของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้น

องค์ประกอบย่อยที่ 2 ระบบทางสังคม นักเรียนจะเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มได้ดี แต่ละคนจะต้องมีบทบาท มีหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจน เช่น หัวหน้า รองหัวหน้า เลขานุการ เป็นต้น มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันระหว่างดำเนินกิจกรรม เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการ มีการพึ่งพาอาศัยกันอย่างกัลยาณมิตรที่ดี โดยใช้ทักษะทางสังคมและกระบวนการทำงานกลุ่ม ความสำเร็จของผลการเรียนรู้แต่ละครั้ง จะเป็นตัวสะท้อนการร่วมมือ ร่วมใจกันของสมาชิกทุก ๆ คน ด้วยเหตุนี้กลุ่มที่จัดสำหรับการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนนี้จะใช้กลุ่มขนาดเล็กที่มีสมาชิกประมาณ 4 - 5 คนเท่านั้น เพื่อให้สมาชิกทุกคนได้ร่วมมือร่วมใจ ช่วยเหลือเกื้อกูล ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย และมีโอกาสได้แสดงศักยภาพภายในของตนได้อย่างเต็มกำลังความสามารถ

องค์ประกอบย่อยที่ 3 หลักการตอบสนอง ครูผู้สอนจะคอยชี้แนะ ช่วยเหลือ เพื่อส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันและกันภายในกลุ่ม และกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนได้แสดงความคิดเห็น ให้กล้าพูด กล้าทำ ในสิ่งที่จะเกิดประโยชน์กับสมาชิกภายในกลุ่ม รวมทั้งเพื่อน ๆ ต่างกลุ่มด้วย ดังนั้นบทบาทหน้าที่ของครูผู้สอน จะต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และนำเสนอความคิดเห็นนั้น ๆ ต่อสมาชิกหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนอย่างอิสระโดยไม่สังกัดกัน ครูผู้สอนจะจดบันทึกทุกสิ่งที่นักเรียนบอกหรือพูดให้เพื่อน ๆ ทุกคนได้รับรู้บนกระดานดำ หรือด้วยวิธีการอื่น ๆ ที่นักเรียนสามารถมองเห็นข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นได้ การใช้คำถามของครูผู้สอนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยครูผู้สอนจะต้องมีการเตรียมข้อคำถามในการเรียนแต่ละครั้งให้พร้อม มีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ นำค้นหาคำตอบอย่างเพียงพอ ตามกลยุทธ์ที่ครูผู้สอนวางแผนการเรียนการสอนไว้ ครูผู้สอนต้องคอยให้การสนับสนุนช่วยเหลือเมื่อมีความจำเป็น และให้ขวัญกำลังใจเมื่อนักเรียนแต่ละคนทำได้ดีถูกต้อง หรือกรณีที่มีความผิดพลาดครูผู้สอนจะคอยกระตุ้นให้คิดใหม่ ทำใหม่อีกครั้ง โดยให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

องค์ประกอบย่อยที่ 4 ระบบที่นำมาสนับสนุน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรดำเนินการและเตรียมองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูผู้สอนเตรียมข้อคำถามและเตรียมความพร้อมในการสอนแต่ละครั้งให้พร้อมและมีความเพียงพอ
2. สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีร่วมกันระหว่างเพื่อน ๆ ด้วยกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม รวมทั้งการสร้างสัมพันธ์ภาพที่ดีระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน ดังนั้นในช่วงเริ่มต้นของการสอนแต่ละครั้ง ครูผู้สอนอาจใช้การขับร้องเพลง การเล่นเกม ปริศนาคำทาย หรืออื่น ๆ เพื่อเป็นการอบอุ่นร่างกาย เตรียมพร้อมทั้งกายและใจ ก่อนเรียน

3. เตรียมสถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมการคิดอย่างหลากหลาย ด้วยกลยุทธ์การคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในรูปแบบการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอย่างอิสระ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อมีความจำเป็น

การนำรูปแบบการสอนไปใช้ เป็นการให้คำแนะนำ และข้อสังเกตเกี่ยวกับการนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้เพื่อให้บังเกิดผลดีกับนักเรียนในด้านทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยผู้นำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ควรดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดหลักของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นให้เข้าใจก่อนนำไปใช้

2. จัดลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามลำดับจากที่ได้

ออกแบบไว้ ทั้งนี้อาจมีการขยายเวลาในแต่ละภาคได้ตามความเหมาะสมหรือเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาในแต่ละภาคได้ โดยอาศัยบริบทหรือปัจจัยด้านต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการตัดสินใจเพื่อเพิ่มหรือขยายเวลาในการเรียนรู้ได้

3. ควรศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการสอนในแต่ละภาคให้เข้าใจ

ก่อนว่า มีเป้าหมายหลักเพื่อมุ่งพัฒนาเรื่องใดเป็นสำคัญ ดังนี้

3.1 ฝึกให้นักเรียนคิดข้อคำถามที่อยากรู้อยากเห็นที่นอกเหนือจากที่ครูผู้สอนกำหนด

3.2 ครูผู้สอนจัดประสบการณ์หรือจัดสิ่งแวดล้อมให้กับนักเรียนโดยนำเสนอกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ หรืออาจเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสมและความจำเป็น

3.3 นักเรียนฝึกปฏิบัติและทำกิจกรรมร่วมกันเป็นทีม โดยฝึกให้รู้จักช่วยเหลือเกื้อกูล รู้จักการแบ่งปันกัน

3.4 นักเรียนต้องตรวจสอบตนเองว่ามีความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับใด

3.4 ควรศึกษาหลักการเรียนแบบร่วมมือให้กระจ่างชัดก่อนดำเนินการจัดการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง

3.5 ควรศึกษาบทบาทของครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนให้เข้าใจก่อนใช้รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.6 เนื้อหาที่ใช้ ให้ครูผู้สอนพิจารณาตามที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ หรืออาจเพิ่มเติมได้ในส่วนของเนื้อหาที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาการคิดได้อย่างอิสระ

4. ผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอน (ผลทางตรง/ ผลทางอ้อม) หลังจากที้นำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้แล้ว จะเกิดผลทางตรงและผลทางอ้อม ดังนี้

ผลทางตรง

1. นักเรียนได้รู้จักการตั้งคำถามจากสถานการณ์ปัญหา/ ข้อความ/ โจทย์/ โจทย์ปัญหา ด้วยตนเอง
2. นักเรียนได้ฝึกการพัฒนาข้อคำถามที่คิดขึ้นเองให้อยู่ในระดับที่ดีขึ้น
3. นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์ที่หลากหลายขึ้น
4. นักเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาโดยเลือกใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ได้เหมาะสมขึ้น
5. นักเรียนจะรู้ว่าวิธีการแก้ปัญหานั้น มิใช่มีเพียงวิธีเดียว แต่จะมีความหลากหลายที่จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหามากขึ้น

ผลทางอ้อม

1. เมื่อนักเรียนได้ทำงานร่วมกัน นักเรียนจะมีความสนิทสนม ซึ่งจะส่งผลให้งานกลุ่มประสบความสำเร็จเร็วขึ้นและดีขึ้น
2. การฝึกตั้งคำถามเมื่อพบปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ จะเป็นหลักคิดให้นักเรียนนำไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือโอกาสอื่น ๆ ได้เพื่อตั้งคำถามได้เช่นกัน
3. นักเรียนมีอิสระมากขึ้นในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความสุข ไม่วิตกกังวลกับกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มีเพียงวิธีเดียวเท่านั้น
4. นักเรียนรู้จักการยอมรับในความคิดเห็นของผู้อื่น อันจะนำไปสู่การเคารพและการยอมรับในความคิดที่หลากหลายในสังคม

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการ ดังนี้

1. กำหนดสาระการเรียนรู้เรียงลำดับจากง่ายไปยากโดยใช้กรอบเนื้อหาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้ของสภาครุคณิตศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาเป็นแนวทาง รวมทั้งเอกสาร ตำรา ที่ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
2. กำหนดกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนในสาระการเรียนรู้ที่ได้จากข้อที่ 1 จากหนังสือคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษาของมัสเซอร์, เบอร์เจอร์ และ ปีเตอร์สัน (Musser, Burger & Peterson, 2001)
3. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการจัดกิจกรรมตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยกำหนดจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กับจาก เนื้อหา กลยุทธ์ที่ใช้ และสิ่งที่คาดหวัง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ จาก เนื้อหา กลยุทธ์และสิ่งที่คาดหวัง

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	ฉากที่	เนื้อหา	กลยุทธ์ที่ใช้	สิ่งที่คาดหวัง
1	1. นำเสนอ สถานการณ์ปัญหา	แบบรูป	การใช้คำถาม	การคิดข้อคำถาม
2	1. นำเสนอ สถานการณ์ปัญหา	แบบรูป/ ตัวประกอบของ จำนวนนับ	การใช้คำถาม	การคิดข้อคำถาม
3	1. นำเสนอ สถานการณ์ปัญหา	ร้อยละ/ปริมาตร/ จำนวนนับ	การใช้คำถาม	การคิดข้อคำถาม
4	2. พิจารณาแนวทาง การคิด	การบวก จำนวนนับ	การเดาและการ ตรวจสอบ	การใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหา
5	2. พิจารณาแนวทาง การคิด	แบบรูปและ ความสัมพันธ์	การแก้ปัญหาอย่าง ง่าย/ การวาดรูปภาพ	การใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหา
6	2. พิจารณาแนวทาง การคิด	แบบรูป/เศษส่วน	การใช้แบบรูป/ การเขียนแผนภาพ	การใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหา
7	2. พิจารณาแนวทาง การคิด	การบวกลบ จำนวนนับ/ สมการและ การแก้สมการ/ เศษส่วน	การใช้ตัวแปร/การ แจกแจงรายการ	การใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหา
8	3. มวลมิตร พิชิตปัญหา	การบวก จำนวนนับ แบบรูปและ	การใช้แบบรูป/ การแจกแจงรายการ	การตั้งข้อคำถาม และการใช้ กลยุทธ์ในการ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	ฉากที่ (Phase)	เนื้อหา	กลยุทธ์ที่ใช้	สิ่งที่คาดหวัง
8 (ต่อ)		ความสัมพันธ์		แก้ปัญหา
9	3. มวลมิตร พิชิตปัญหา	การบวก จำนวนนับ	การแจกแจงรายการ	การตั้งข้อคำถาม และการใช้ กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา
10	3. มวลมิตร พิชิตปัญหา	การบวกและ การคูณ จำนวนนับ	การเตาและ ตรวจสอบ	การตั้งข้อคำถาม และการใช้ กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา
11	3. มวลมิตร พิชิตปัญหา	ปัญหาชวนคิดที่ เกี่ยวกับจำนวน	การวาดรูปภาพ	การตั้งข้อคำถาม และการใช้ กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา
12	3. มวลมิตร พิชิตปัญหา	จำนวนนับ	การเขียนแผนภาพ	การตั้งข้อคำถาม และการใช้ กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา
13	3. มวลมิตร พิชิตปัญหา	จำนวนนับ	การคิดแบบ ย้อนกลับ	การตั้งข้อคำถาม และการใช้ กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา
14	4. ร่วมใจใช้ปัญญา ตรวจสอบ	เศษส่วน	กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับเนื้อหา	การตรวจสอบ ความถูกต้องและ ความผิดพลาดที่ เกิดในขั้นตอนการ คิดและการ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ฉาก (Phase)	เนื้อหา	กลยุทธ์ที่ใช้	สิ่งที่คาดหวัง
14 (ต่อ)				เลือกใช้กลยุทธ์ที่ไม่เหมาะสม
15	4. ร่วมใจใช้ปัญญาตรวจสอบ	รูปเรขาคณิต จำนวน บทประยุกต์ (ร้อยละ)	กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับเนื้อหา	การตรวจสอบ ความถูกต้องและ ความคิดพลที่เกิดขึ้นตอนการ คิดและการ เลือกใช้กลยุทธ์ที่ ไม่เหมาะสม

จากตารางที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอความสัมพันธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ ฉาก เนื้อหา กลยุทธ์ที่ใช้ และสิ่งที่คาดหวังให้เกิดกับตัวนักเรียน โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 3 เป็นฉากแรก ที่ต้องการฝึกและพัฒนาให้นักเรียนให้คิดคำถามจากสถานการณ์ปัญหา/ ข้อความ/ โจทย์ และ โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ด้วยคำถามที่มีความหลากหลายและมีเป้าหมายที่ต้องการทราบคำตอบจาก ที่สองเป็นการฝึกให้นักเรียนได้รับรู้หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับการเลือกใช้กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา/ ข้อความ/ โจทย์/ โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยครูผู้สอน นำเสนอกลยุทธ์ต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอที่จะนำไปใช้ ในการแก้ปัญหาที่พบเห็นต่อไป ฉากที่สามเป็นการนำเสนอประสบการณ์ในการตั้งคำถามและกลยุทธ์ ที่ได้เรียนมาแล้วในฉากแรกและฉากที่สองมาใช้ เพื่อแก้ปัญหาตามข้อคำถามนั้น ๆ และฉากสุดท้าย เป็นการตรวจสอบภาพแห่งความสำเร็จในการแก้ปัญหานักเรียนโดยตรวจสอบความรู้ ความสามารถของนักเรียนเองในขั้นตอนของการแก้ปัญหามีข้อบกพร่องหรือมีความถูกต้อง อย่างไร ในแต่ละฉากนั้นนำแนวทางการเรียนแบบร่วมมือมาบริหารจัดการเพื่อการจัดการเรียนรู้ ในทุกขั้นตอน สำหรับข้อคำถามที่ผู้เรียนคิดขึ้นเองนั้น จะเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถของนักเรียน รวมทั้งการเลือกและนำกลยุทธ์มาใช้แก้ปัญหาได้ถูกต้อง สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมและพัฒนา ทักษะการคิดด้วยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นไปตามแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการ ทางสติปัญญาของบรูเนอร์

4. ตรวจสอบความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและ

การประเมินผล บทบาทครู บทบาทนักเรียน รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น หลังจากนั้นนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปปรับปรุงแก้ไข ให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นก่อนนำไปทดลองใช้จริงต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 สร้างคู่มือการใช้รูปแบบการสอน ประกอบด้วย ความเป็นมา แนวคิดทฤษฎีพื้นฐาน วัตถุประสงค์ เนื้อหา หลักการที่ใช้สำหรับรูปแบบการสอน องค์ประกอบของรูปแบบการสอน ผลทางตรง และผลทางอ้อมซึ่งเกิดจากการนำรูปแบบการสอนไปใช้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. คู่มือการใช้รูปแบบการสอน เป็นเอกสารสำหรับครูที่จะนำรูปแบบการสอนไปใช้ คู่มือนี้จะบอกรายละเอียดให้ครูทราบถึงความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการสอน แนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้เป็นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอน หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา องค์ประกอบของรูปแบบการสอน การประเมินผลและการนำรูปแบบการสอนไปใช้ การจัดทำคู่มือนี้ เพื่อให้ครูผู้สอนที่นำรูปแบบการสอนไปใช้ สามารถทำความเข้าใจ และสามารถจัดเตรียมหรือวางแผนในการสอนก่อนนำรูปแบบการสอนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการสอนที่กำหนดไว้

2. แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเอกสารที่แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักการของรูปแบบการสอนอย่างครบถ้วน ประกอบด้วย 1) สาระสำคัญ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) สาระการเรียนรู้ 4) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) สื่อการเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล ทั้งนี้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดจะอยู่ภายใต้องค์ประกอบของรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 4 องค์ประกอบหลัก คือ การนำเสนอภาพการดำเนินกิจกรรม ระบบทางสังคม หลักการตอบสนอง และระบบที่นำมาสนับสนุน

ขั้นตอนที่ 4 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยเครื่องมือจำนวน 2 ฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ทำถูกต้อง และให้คะแนน 0 คะแนน สำหรับข้อที่ทำผิด ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาหลักเกณฑ์การสร้างและเทคนิคการเขียนข้อสอบจากหนังสือการวัดผลทางการศึกษาและหนังสืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมจาก เนื้อหา กลยุทธ์ที่ใช้ และสิ่งที่คาดหวัง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 35 ข้อ

1.3 นำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตลอดจนพิจารณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น เช่น ตัวคำถามให้พิมพ์เป็นตัวเน้นหรือใช้ตัวเข้มแทนเพื่อให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นว่าโจทย์ต้องการถามอะไร ปรับการเรียงลำดับข้อความของโจทย์ให้กระชับและสามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นกว่าเดิม เรียงลำดับตัวเลือกให้เป็นระบบจากค่าน้อยไปหาค่ามาก หรือเรียงจากค่ามากไปหาค่าน้อย รวมทั้งการแบ่งวรรคตอน การพิมพ์เครื่องหมายที่จะทำให้ความหมายผิดเพี้ยนไปไม่ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด อีกทั้งตัดคำฟุ่มเฟือยออก ซึ่งไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในโจทย์หรือคำตอบนั้น ๆ เพราะสามารถสื่อความหมายได้เข้าใจตรงกันอยู่แล้ว และมีการปรับปรุงแก้ไขคำเฉลยให้กระชับรัดกุมยิ่งขึ้น นอกจากนี้แล้วได้แนะนำการเขียนโจทย์ที่ต้องการคำตอบไม่ให้มีความหลากหลาย โดยการกำหนดพจน์ให้มากกว่า 3 พจน์ขึ้นไป จึงจะทำให้ได้คำตอบเดียวเหมือน ๆ กัน เป็นต้น

1.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 92 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ปรากฏว่าได้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย .29-.78 ค่าอำนาจจำแนก .20-.66 และแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น .82

1.5 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยมีช่องว่างสำหรับให้นักเรียนบันทึกร่องรอยการคิดของแต่ละข้อไว้ด้วย เพื่อจะได้้นำร่องรอยที่เกิดจากการคิดของนักเรียนแต่ละคน นำมาวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบแนวคิดในการแก้ปัญหาต่อไป

2. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ เป็นแบบสอบถามปลายเปิดโดยให้นักเรียน เขียนประเด็นที่เกิดจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อนำเสนอข้อมูลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอนไปปรับปรุงในองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการสอนเพื่อให้ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ระยะที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอน

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของรูปแบบการสอน ผู้วิจัยนำรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น เสนอต่อประธานกรรมการและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้ความเห็น ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงแก้ไข เกี่ยวกับ ความเป็นมาของรูปแบบ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา การนำเสนอภาพการดำเนินกิจกรรม ระบบทางสังคม หลักการตอบสนอง ระบบที่นำมาสนับสนุน ผลที่เกิดจากนำรูปแบบการสอนไปใช้ (ผลทางตรง/ผลทางอ้อม) และการประเมินผล

ขั้นที่ 2 ปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 1 ภายหลังจากนำรูปแบบการสอนไปให้ประธานกรรมการและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของรูปแบบการสอนทุกองค์ประกอบแล้ว ผู้วิจัยนำข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะและข้อควรปรับปรุงแก้ไข เช่น ปรับหลักการของรูปแบบจากการเขียนแบบความเรียงให้เป็นข้อโดยระบุแนวคิด ความเชื่อของผู้พัฒนารูปแบบการสอน บอกลักษณะโดยทั่วไป จุดเน้นและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน ทั้งนี้โดยนำข้อเสนอแนะและความคิดเห็นต่าง ๆ มาพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้องค์ประกอบของรูปแบบการสอนมีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องกันมากขึ้น หลังจากนั้นได้นำรูปแบบการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ได้ตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมอีกครั้ง โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของเบสท์ (Best, 1981, pp. 204 - 205 อ้างถึงใน วรุทัย ญาณะพันธ์, 2543, หน้า 51) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายความว่า สอดคล้องและเหมาะสม มากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายความว่า สอดคล้องและเหมาะสม มาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายความว่า สอดคล้องและเหมาะสม ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายความว่า สอดคล้องและเหมาะสม น้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายความว่า สอดคล้องและเหมาะสม น้อยที่สุด

พบว่า ด้านความสอดคล้องของรูปแบบการสอน โดยภาพรวมทั้งหมดผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความสอดคล้องอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ย 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .32 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการสอน แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการสอน และงานวิจัยที่ใช้เป็นพื้นฐานของรูปแบบการสอน รวมทั้งความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการสอน มีความสอดคล้องอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ย 4.49, 4.43 และ 4.36 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .37, .37 .38 ตามลำดับ แสดงว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นใกล้เคียงกันมาก ทุกด้าน

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังให้ความเห็นเพิ่มเติม โดยให้ปรับข้อความของข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากการนำรูปแบบการสอน ฯ ไปใช้ให้มีความกระชับ รัดกุม และสื่อความหมายได้ชัดเจน รวมทั้งการปรับรายละเอียดของเนื้อหากับระยะเวลาในแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากบางแผนมีเนื้อหาและกิจกรรมมากเกินไป ซึ่งไม่เหมาะสมกับระยะเวลาตามที่กำหนดไว้ ในขณะเดียวกันผู้เชี่ยวชาญบางท่านให้ความเห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความละเอียด ชัดเจนดี การจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ มีความเหมาะสม เพราะนักเรียนที่เก่งจะสามารถช่วยกลุ่มได้ รวมทั้งได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพิ่มเติมว่า ในระหว่างดำเนินกิจกรรมให้สังเกตว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้ได้ดีเพียงใด มีความสุขกับการเรียนเพียงใด มีบางคนที่มีปัญหาหรือไม่ และจะช่วยนักเรียนเหล่านั้นได้อย่างไร

สำหรับด้านความเหมาะสมของรูปแบบการสอนนั้น พบว่า โดยภาพรวมทั้งหมดผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ย 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .35 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการสอน ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการสอน รวมทั้งแนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการสอน และงานวิจัยที่ใช้เป็นพื้นฐานของรูปแบบการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก มีคะแนนเฉลี่ย 4.43, 4.36 และ 4.33 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .39, .38 .33 ตามลำดับ แสดงว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นใกล้เคียงกันมาก ทุกด้าน

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอน เพื่อเป็นการตรวจสอบความสมบูรณ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ และคุณภาพของรูปแบบการสอนก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายที่มีผลการประเมินตามมาตรฐานที่ 4 ที่ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ อยู่ในระดับ พอใช้ โดยผู้วิจัยใช้รูปแบบการทดลอง (Experimental Design) ในการหาคุณภาพของรูปแบบการสอน ทั้งนี้โดยนำรูปแบบการสอนที่ผ่านการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน และนำมาปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนอนุบาลระยอง ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 47 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก เพื่อหาคุณภาพของรูปแบบการสอน ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนใช้และหลังใช้ โดยการทดสอบค่าที (t -test) พบว่า ก่อนใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 5.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.68 และหลังใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 14.94 ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.00 คะแนนทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์หลังใช้รูปแบบการสอนสูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า หลังใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงเชื่อได้ว่า รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล ให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาได้ และวิเคราะห์ร่องรอยที่เกิดจากการคิดของนักเรียน ที่ปรากฏในแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ รวมทั้งการพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 15 แผน ในการดำเนินการทดลอง พบว่า ในช่วงของการดำเนินกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 3 นักเรียนยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น หรือไม่กล้าที่จะบอกว่าการกลุ่มของตนเองสามารถคิดข้อคำถามอะไรได้บ้าง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลัวว่าสิ่งที่บอกไปแล้วจะผิด จึงทำให้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แรก ๆ ต้องอาศัยเวลามากขึ้นกว่าปกติ อีกทั้งสถานการณ์ปัญหาบางข้อที่นำมาใช้ในบางแผนการจัดการเรียนรู้ มีความบกพร่อง ผิดพลาด ผู้วิจัยจึงนำข้อค้นพบเหล่านั้นไปปรับปรุงแก้ไข โดยเขียนหมายเหตุไว้ในส่วนท้ายของคู่มือการใช้รูปแบบการสอน โดยเสนอแนะว่าครูผู้สอนอาจปรับประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ให้คำนึงถึงเนื้อหา ระยะเวลา และกลยุทธ์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ และปรับแก้สถานการณ์ปัญหาที่มีความบกพร่องหรือผิดพลาด เพื่อให้รูปแบบการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้จริงต่อไป

ขั้นที่ 4 ปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 2 ภายหลังจากนำรูปแบบการสอนไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/8 จำนวน 47 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองนั้นไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้รูปแบบการสอนมีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดน้ำคอก จำนวน 27 คน และโรงเรียนวัดบ้านดอน จำนวน 32 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีผลการประเมินคุณภาพของนักเรียนในมาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ อยู่ในระดับ พอใช้ ในขั้นต่อไป

ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการสอน

การทดลองใช้รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มทดลอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระยอง เขต 1 ประกอบด้วย โรงเรียนวัดน้ำคอก จำนวน 27 คน และโรงเรียนวัดบ้านดอน จำนวน 32 คน ที่ได้จากการเลือก

แบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งโรงเรียนทั้งสองเป็นโรงเรียนที่มีผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาที่ผ่านการประเมินมาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) อยู่ในระดับ พอใช้

ขั้นที่ 2 การเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

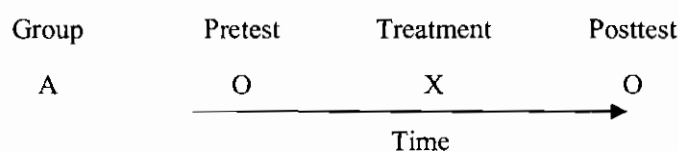
1. รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา พร้อมคู่มือการใช้รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2. การเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนใช้และหลังใช้ จำนวน 20 ข้อ เป็นชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก พร้อมกับช่องว่างสำหรับบันทึกการเรียงลำดับการคิดแต่ละข้อ ถ้าตอบถูก ได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน ซึ่งแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีค่าความยากง่าย .29-.78 ค่าอำนาจจำแนก .20-.66 และค่าความเชื่อมั่น .82

2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ เป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ นักเรียนได้เขียนประเด็นต่าง ๆ ตามข้อคำถาม เพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจ ความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3. แบบการทดลองในการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อให้ผลที่ได้มีความเที่ยงตรง ผู้วิจัยจึงเป็นผู้ดำเนินการทดลองเองตลอดระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง และในการทดลองใช้รูปแบบการสอนครั้งนี้ ใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Designs) แบบ One-Group Pretest-Posttest Design ดังนี้



ภาพที่ 9 แบบแผนการวิจัย One-Group Pretest-Posttest design (McMillan, 2001, p. 331)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการสอน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. ทดสอบก่อนใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดน้ำคอก จำนวน 27 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบ้านดอน จำนวน 32 คน ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

2. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดน้ำคอก จำนวน 27 คน และโรงเรียนวัดบ้านคอน จำนวน 32 คน จำนวนโรงเรียนละ 15 ชั่วโมง ตามวันและเวลา ดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ตารางวันเวลาที่ทำการทดลองใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

วัน/เวลา	08.30-09.30	09.30-10.30	10.30-11.30	11.30-12.30	12.30-13.30	13.30-14.30	14.30-15.30
จันทร์	น้ำคอก		บ้านคอน				
อังคาร	บ้านคอน		น้ำคอก				
พุธ	น้ำคอก		บ้านคอน				
พฤหัสบดี	บ้านคอน		น้ำคอก				
ศุกร์	น้ำคอก		บ้านคอน				

3. ทดสอบหลังใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดน้ำคอก จำนวน 27 คนและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบ้านคอน จำนวน 32 คน อีกครั้ง ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นฉบับเดียวกันกับก่อนใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4. สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ด้วยแบบสอบถามแบบปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนเขียนตอบ แสดงความคิดเห็น จำนวน 5 ข้อ

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนใช้และคะแนนเฉลี่ยหลังใช้ด้วยการทดสอบค่าที (*t-test*) และวิเคราะห์ร่องรอยที่เกิดจากการคิดของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์แต่ละข้อ

2. วิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ แล้วนำไปปรับปรุงองค์ประกอบของรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (Diekhoff, 1992, p. 38; ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 59)

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

X = คะแนนของแต่ละคน (Scores on The Variable X)

N = จำนวนคนทั้งหมด (The Total Number of Cases)

3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 64)

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

X = คะแนนแต่ละตัวในกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การทดสอบค่าที (*t-test*) ระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนใช้กับคะแนนเฉลี่ยหลังใช้ โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows หรือใช้สูตรเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนประเภทที่เรียกว่า *t-dependent* ดังนี้ (Diekhoff, 1992, p. 163; ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 87)

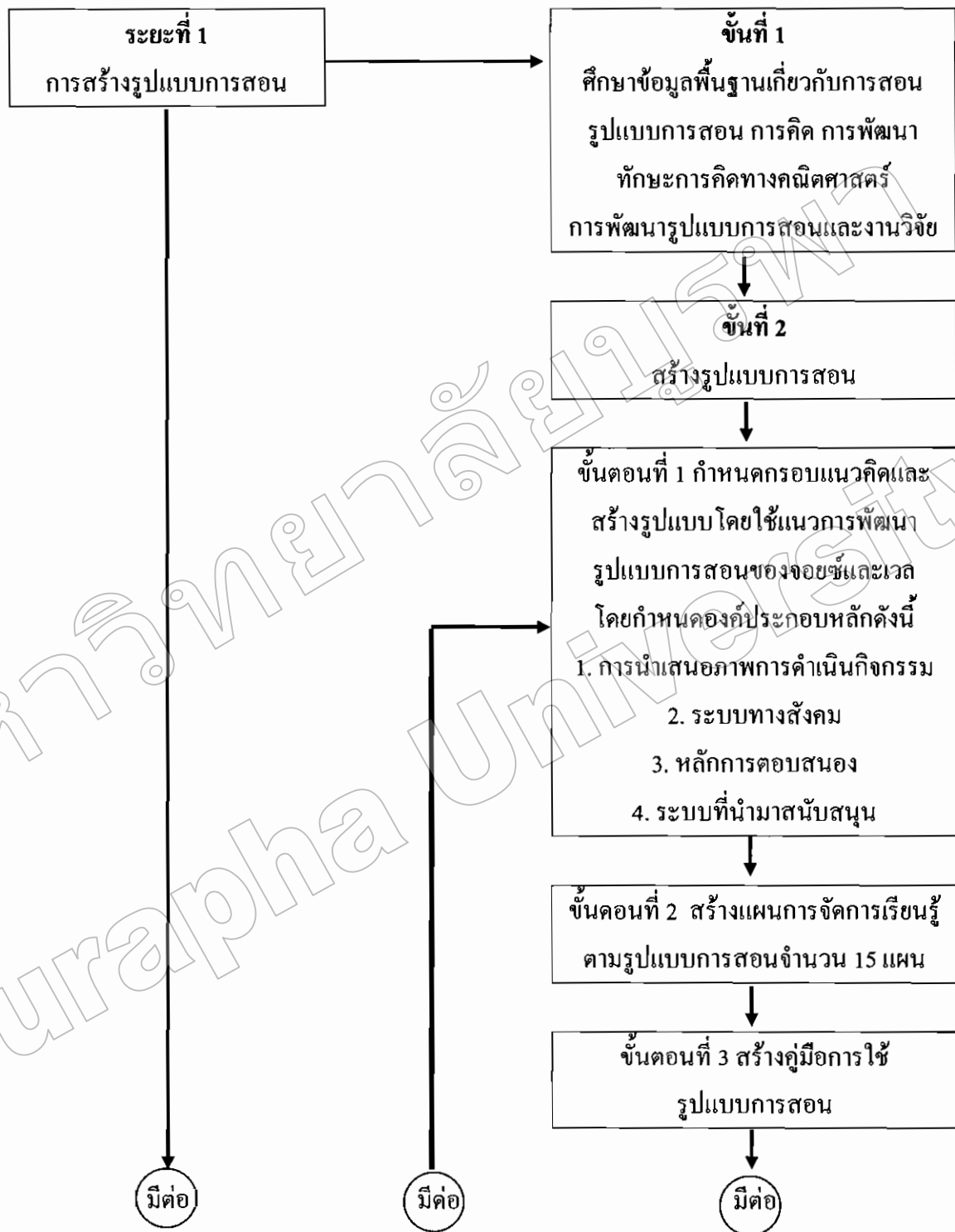
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

D = ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

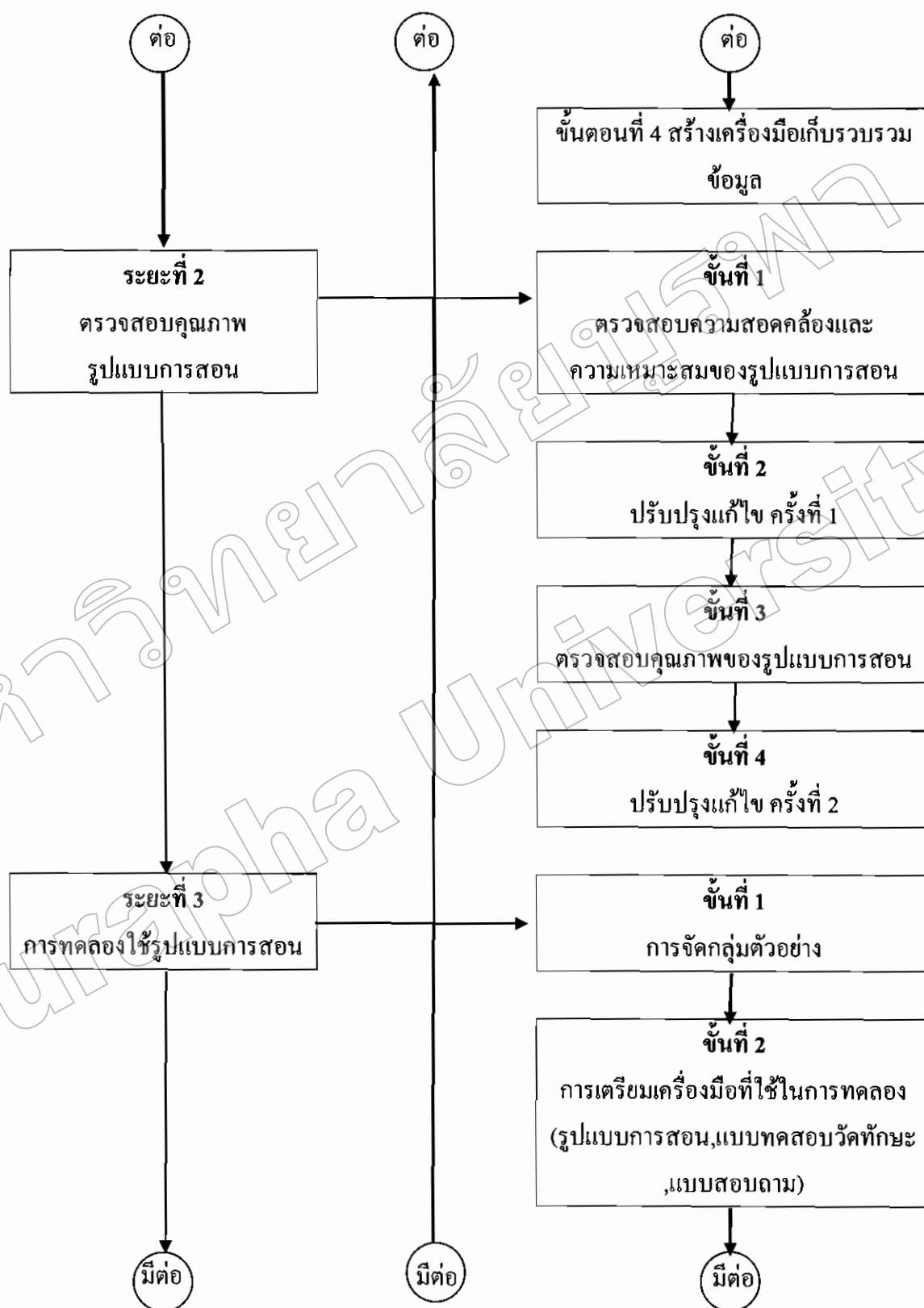
N = จำนวนคู่

ขั้นที่ 5 สรุปผลการทดลองใช้ และสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ในขั้นนี้ ผู้วิจัยจะสรุปผลการทดลองใช้รูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ของกลุ่มตัวอย่าง และสรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับผลและการนำผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอน เพื่อฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ โดยวิเคราะห์จากแบบสอบถามที่ให้กลุ่มตัวอย่างตอบ เป็นแบบคำถามปลายเปิดเพื่อเป็นการตรวจสอบว่า มีการนำระบบทางสังคม มาใช้นาน้อยเพียงใด หลักการตอบสนอง และระบบที่นำมาสนับสนุน มีองค์ประกอบใดบ้างที่เป็นข้อมูลย้อนกลับที่จะ ช่วยให้ผู้วิจัยนำไปปรับปรุงรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นให้มีความสมบูรณ์ มากที่สุด เท่าที่จะ ทำได้



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิด
ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา



ภาพที่ 10 (ต่อ)



ภาพที่ 10 (ต่อ)