

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยม ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อและขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 36 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 3 ชนิด ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยม ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 5 แผน
2. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
3. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยม ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนการสอน ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด หลักการ และผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอน
คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

1.2 ศึกษารูปแบบการสร้าง โจทย์ปัญหาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.3 นำแนวคิด หลักการ การสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
นำมาประยุกต์เป็นรูปแบบการสอนที่ใช้ในการทดลอง

1.4 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่เกี่ยวกับสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.5 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจัดเนื้อหาในแต่ละแผนการจัด
การเรียนการสอน

1.6 เขียนแผนการจัดการเรียนการสอน 5 แผน ใช้เวลาสอนแผนละ 2 ชั่วโมง
รวม 10 ชั่วโมง แต่ละแผนประกอบไปด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกทศนิยมไม่เกิน
สองตำแหน่ง

แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการลบทศนิยมไม่เกิน
สองตำแหน่ง

แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณทศนิยมที่มี
ผลลัพธ์ไม่เกินสองตำแหน่ง

แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาการหารทศนิยม
ไม่เกินสองตำแหน่ง

แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 5 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ
การคูณ การหารระคน

1.7 นำแผนการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้

1.8 ศึกษาการสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนการสอนและสร้างแบบประเมินแล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญสำหรับใช้ในการประเมินผล โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินของลิเคิร์ต (Likert) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 160-162)

1.9 นำแผนการจัดการเรียนการสอน เรื่อง โจทย์ปัญหาทัศนียภาพ ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พร้อมแบบประเมินแผนการจัดการกิจกรรมการสอนที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินแผนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

19.1 นายมีชัย พลภูงา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษาศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ รับผิดชอบงานวัดผลและประเมินผลการจัดการศึกษาด้านงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2

1.9.2 นางสุประวีณ์ ธนเดชโชติอนันต์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ สาขาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านบรือ

1.9.3 นางสาวประเทือง ทาอามาตย์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน ครูชำนาญการพิเศษ สาขาภาษาไทย โรงเรียนเมืองวาปีปทุม

1.10 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาหาค่าเฉลี่ย โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 103)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึงเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึงเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึงเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึงเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึงเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ซึ่งหมายความว่าแผนการเรียนการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก

1.11 นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่แก้ไขปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองสอนเพื่อหาคุณภาพ โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1.11.1 ทดลองครั้งที่ 1 ระบุบุคคล โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2 จำนวน 3 คน โดยเลือกนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 1 คน และเรียนอ่อน 1 คน เพื่อหาความเหมาะสมของเวลาในการทำกิจกรรม ภาษา และสื่อที่ใช้ ผลการทดลองพบว่า บางกิจกรรมนักเรียนทำไม่เสร็จทันตามเวลา จึงปรับลดบางกิจกรรมลงให้เหมาะสม

1.11.2 ทดลองครั้งที่ 2 ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2 จำนวน 34 คน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม สามารถปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดได้เสร็จตามเวลา

1.12 นำแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยม ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ทดลองใช้แล้วมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องสมบูรณ์ จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงนำไปทดลองสอนจริงกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 36 คน

2. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบวัดผลทักษะการแก้โจทย์ปัญหา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือการวัดผลการศึกษาของสมนึก ภัททิยธนี (2546 ข : 11-28) หนังสือการวิจัยเบื้องต้นของบุญชม ศรีสะอาด (2545 : 50-93) และเอกสารตำราอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา

2.2 วิเคราะห์ จุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหา ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ทศนิยม ที่นำมาใช้ในการวิจัย

2.3 สร้างแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการจำนวนจริง 30 ข้อ แบบทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนการสอนแต่ละแผน แผนละ 5 ข้อ รวม 25 ข้อ

2.4 นำแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบย่อย เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำ ตรวจสอบข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบย่อย ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม (ข้อ 3.1.6) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยใช้สูตร IOC (สุรวาท ทองบุ, 2550 : 105) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตั้งแต่ .67-1.00 ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข

2.6 นำแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งหมด มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อพิจารณาขอความเห็นชอบ

2.7 นำแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนเมืองวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 34 คน นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ตามวิธีของ Brennan (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 90-92) คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์กำหนดจำนวน 30 ข้อ ทั้งหมด ผลการวิเคราะห์พบว่า มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .38-.73 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .29-.83

2.8 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร โลเวทท์ (Lovett's Method) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .86 แล้วนำมาจัดพิมพ์เป็นแบบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเป็นฉบับจริงเพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีประเภทการวัดผลและประเมินผลของนักเรียนตามสภาพจริง (สมนึก ภัททิยธนี, 2546 ข : 32-37) และวิธีการสร้างเครื่องมือการวัดความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 66-74)

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตลอดจนการเขียนข้อความที่จะใช้สอบถามจากหนังสือวิจัยทางการศึกษา (ไพศาล วรคำ. 2552 : 240-249)

3.3 ชั้นออกแบบโดยกำหนดกรอบที่จะประเมิน โดยแบ่งประเด็นที่จะประเมิน เป็น 4 ด้าน ดังนี้

3.3.1 ด้านเนื้อหา

3.3.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3.3.3 ด้านสื่อการเรียนการสอน

3.3.4 ด้านการวัดผลและประเมินผล

3.4 สร้างแบบสอบถามปลายปิดเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังจากเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยม ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 20 ข้อ โดยกำหนดระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 103)

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาคำถามที่เหมาะสมของคำถาม ในส่วนที่ยังไม่ถูกต้องเหมาะสมแล้วนำไปแก้ไข

3.6 นำแบบสอบถามที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วจากอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม (ข้อ 1.9) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างนิยามประเด็นที่สอบถามกับรายการที่ถาม โดยมีเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นสอดคล้องกับนิยามประเด็นที่ต้องการวัด

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นสอดคล้องกับนิยามประเด็นที่ต้องการวัด

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามประเด็นที่ต้องการวัด

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามประเด็นที่ต้องการวัด โดยใช้สูตร IOC (สุรวาท ทองบุ, 2550 : 105) พบว่าข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .67-1.00 ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก

3.7 พิมพ์แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ One Group Pretest – Posttest Design (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 248-249) ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง โดยมีลักษณะการทดลอง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	Pretest	Treatment	Posttest
ทดลอง	T ₁	X	T ₂

T₁ หมายถึงการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)

X หมายถึง การทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนการสอน

T₂ หมายถึงการทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

2. ขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 สอนตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนการสอน 5 แผน

และทดสอบย่อยท้ายแผนแต่ละแผน

2.3 ทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียน (Posttest) เมื่อเรียนจบทุกแผนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 30 ข้อ

2.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนการสอนแล้ว จึงทำการวัดความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัย ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและคะแนนจากการทดสอบย่อยท้ายแผนการเรียนการสอน

1.1 การหาความตรง (Validity) ของแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาแบบทดสอบย่อย และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) (สุรวาท ทองบุ, 2550 : 105)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

1.2 การหาความยากง่าย (p) (Difficulty) ของแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 84)

$$p = \frac{PU + PL}{2}$$

เมื่อ p แทน ระดับความยาก
 PU แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 PL แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้สูตร Brennan (สุรวาท ทองบุ, 2550 : 103)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

- N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
 U แทน จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
 L แทน จำนวนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

1.4. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร โลเวทท์ โดยใช้สูตร
 (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 81)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

- เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 X_i แทน คะแนนสอบรายข้อ
 C แทน คะแนนจุดตัด

2. หาประสิทธิภาพ ของแผนการจัดการเรียนการสอนสถิติที่ใช้หาดัชนีประสิทธิภาพ
 (ชาญวิทย์ กรวยทอง. 2547 : 73 ; อ้างอิงจาก วุฒิพงษ์ วงษ์ชู. 2543 : 6)

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะ การแก้โจทย์ปัญหา และแบบสอบถาม
 ความพึงพอใจ ใช้สถิติดังนี้

3.1 สถิติพื้นฐาน

3.1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 104)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

- เมื่อ P แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
 N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 105)

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

เมื่อ \bar{X} แทน แทนค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 106)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 X แทน คะแนนแต่ละตัว
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม
 \sum แทน ผลรวมของคะแนน

3.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร t-test (Dependent Samples) (สุรวาท ทองบุ. 2550 : 129)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติจากการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 D แทน ผลต่างระหว่างคู่คะแนน
 N แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน