

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาผลของวิธีสอนโดยใช้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์กับวิธีสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้นเพื่อให้การวิจัยนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีดำเนินการทดลอง ดังรายละเอียดที่จะเสนอตามลำดับ คือ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างเครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอทุ่งยางแดง จังหวัดปัตตานี จำนวน 12 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 377 คน
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอทุ่งยางแดง จังหวัดปัตตานี จำนวน 116 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบ
เจาะจง (Purposive Sampling) (อ้างใน ล้วน สายยศ
และอังคณา สายยศ, 2536 : 82) โดยมีขั้นตอนในการเลือกดังนี้

2.1 เลือกโรงเรียนที่จะทำการวิจัย โดยมีเงื่อนไขดังนี้
เป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตั้งแต่ 34-44 คน
ได้โรงเรียนและนักเรียนดังตาราง 3

ตาราง 3 ชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ปีการศึกษา 2538

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน
1	บ้านน้ำคำ	44
2	บ้านแลวเว	38
3	พระราชประสงค์บ้านทรายขาว	34
	รวม	116

2.2 สุ่มนักเรียนในแต่ละโรงเรียนตามตาราง 3 เข้า
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random
Sampling) ด้วยการจับฉลากไม่ใส่กลับ กำหนดให้นักเรียนที่จับฉลาก
ได้เลขคู่เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนที่จับฉลากได้เลขคี่เป็นกลุ่มควบคุม
ดังตาราง 4

ตาราง 4 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
ในการวิจัย

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน		รวม
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	
1	บ้านน้ำคำ	22	22	44
2	บ้านแลวชะ	19	19	38
3	พระราชประสงค์บ้าน ทรายขาว	17	17	34
	รวม	58	58	116

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบสุ่มกลุ่มควบคุมที่มีการทดสอบก่อนและหลัง (Pretest-Posttest Control Group Design) มีลักษณะดังตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการวิจัย แบบสุ่มกลุ่มควบคุมที่มีการทดสอบก่อนและหลัง (Pretest-Posttest Control Group Design) (ดัดแปลงจาก ชิดชนก เขิงเขาว์, 2535 : 92)

Random Assigned	Pretest	Treatment	Posttest
R Experimental Group	OE ₁	X	OE ₂
R Control Group	OC ₁	~ X	OC ₂

เมื่อ	R	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาแบบสุ่ม
	OE ₁	หมายถึง	การทดสอบก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง
	OC ₁	หมายถึง	การทดสอบก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม
	OE ₂	หมายถึง	การทดสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง
	OC ₂	หมายถึง	การทดสอบหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม
	X	หมายถึง	การสอนโดยใช้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์
	~ X	หมายถึง	การสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	E	หมายถึง	กลุ่มทดลอง
	C	หมายถึง	กลุ่มควบคุม

โดยมีตัวแปรในการวิจัยดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ คือ วิธีสอน แบ่งเป็น วิธีสอนโดยใช้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์และวิธีสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบแผนสถิติ

การวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนสถิติโดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยัมเลขคณิตสองค่า ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันโดยการทดสอบค่าที (t-test) (ดัดแปลงจาก ชูศรีวงศ์รัตน์, 116-117) ดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนสถิติ

นักเรียน ในกลุ่มทดลอง	คะแนนของนักเรียน ในกลุ่มทดลอง	นักเรียน ในกลุ่มควบคุม	คะแนนของนักเรียน ในกลุ่มควบคุม
n_1	X_{11}	n_1	X_{12}
n_2	X_{21}	n_2	X_{22}
n_3	X_{31}	n_3	X_{32}
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
n_{50}	$X_{50.1}$	n_{50}	$X_{50.2}$

$n_1, n_2, n_3, \dots, n_58$	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด ในกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม
X_{11}	หมายถึง	คะแนนของนักเรียนคน ที่หนึ่งในกลุ่มทดลอง
X_{21}	หมายถึง	คะแนนของนักเรียนคน ที่สองในกลุ่มทดลอง
X_{31}	หมายถึง	คะแนนของนักเรียนคน ที่สามในกลุ่มทดลอง
$X_{58, 1}$	หมายถึง	คะแนนของนักเรียนคน ที่ห้าสิบแปดในกลุ่มทดลอง
X_{12}	หมายถึง	คะแนนของนักเรียนคน ที่หนึ่งในกลุ่มควบคุม
X_{22}	หมายถึง	คะแนนของนักเรียนคน ที่สองในกลุ่มควบคุม
X_{32}	หมายถึง	คะแนนของนักเรียนคน ที่สามในกลุ่มควบคุม
$X_{58, 2}$	หมายถึง	คะแนนของนักเรียน คนที่ห้าสิบแปดในกลุ่ม ควบคุม

เครื่องมือในการวิจัย

1. เครื่องมือในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย
 - 1.1 ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ชุด

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 ข้อ

2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

2.1 ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 3 ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยยึดหลักการสร้างชุดการสอนของ ชัยสงค์
 พรหมวงศ์ (ชัยสงค์ พรหมวงศ์, 2526 : 455) ซึ่งมีขั้นตอนใน
 การสร้าง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวิเคราะห์เนื้อหา ขั้นวางแผนการสอน
 ขั้นผลิตสื่อการเรียนการสอน และขั้นทดสอบประสิทธิภาพชุดพัฒนาทาง
 คณิตศาสตร์ รายละเอียดในการสร้างมีดังนี้

2.1.1 ขั้นวิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหา
 เรื่องเวลา จากเอกสารหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521
 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหนังสือคู่มือครูคณิตศาสตร์ ชั้นประถม
 ศึกษปีที่ 3 จากหนังสือคู่มือครูคณิตศาสตร์ได้จำแนกเนื้อหา เรื่องเวลา
 ไว้ดังนี้

2.1.1.1 การบอกเวลาในช่วงกลางคืนเป็น
 ชั่วโมงและนาทีเป็นภาษาพูดและภาษาเขียน จำนวน 4 คาบ หรือ 1
 ชั่วโมง 20 นาที

2.1.1.2 การบอกเวลาในช่วงกลางวันเป็น
 ชั่วโมงและนาทีเป็นภาษาพูดและภาษาเขียน จำนวน 4 คาบ หรือ 1
 ชั่วโมง 20 นาที

2.1.1.3 การเขียนและการอ่านเวลาโดยให้
 จุด จำนวน 4 คาบ หรือ 1 ชั่วโมง 20 นาที

2.1.2 ขั้นวางแผนการสอน ผู้วิจัยศึกษาวิธีการสร้าง
 แผนการสอนระดับบทเรียน จำนวน 3 แผน เท่ากับจำนวนเนื้อหาในข้อ

2.1.1 โดยแต่ละแผนการสอนประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้

2.1.2.1 สารสำคัญ

2.1.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งจุดประสงค์

ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง

2.1.2.3 เนื้อหา

2.1.2.4 กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1.2.5 สื่อการเรียนการสอน

2.1.2.6 การวัดผลและประเมินผล

2.1.3 ชิ้นผลิตสื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยศึกษา

เอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเวลา เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ระบุไว้ในแผนการสอน มีทั้งสื่อประเภทวัสดุและสื่อประเภทวิธีการ อันประกอบด้วยบัตรคำสิ่ง แบบทดสอบก่อนเรียน กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน บัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม กระดาษคำตอบ บัตรคำถาม บัตรเฉลย บัตรคำถาม กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบหลังเรียน เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

2.1.4 ชิ้นทดสอบประสิทธิภาพของชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับดังนี้

2.1.4.1 นำชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์

ชุดต้นแบบเสนอผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นครูผู้สอนดีเด่นระดับจังหวัด และรับผิดชอบในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน และอาจารย์ที่ปรึกษาเกี่ยวกับการทำเครื่องมือในการวิจัย พิจารณาเกี่ยวกับเนื้อหา ภาษา สื่อการเรียนการสอน เวลา และข้อบกพร่องอื่น ๆ เพื่อตรวจสอบและแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้

2.1.4.2 นำชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์

เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอของ

ผู้เชี่ยวชาญไปทดลองสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่ในกลุ่มตัวอย่าง แต่เป็นประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงแก้ไขและหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (ชัยสงค์ พรหมวงศ์, 2523 : 494-495) โดยมี 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การทดลองแบบเดี่ยวยหรือหนึ่งต่อหนึ่ง (1 : 1)

เป็นการทดลองสอนที่ใช้ครู 1 คน ต่อนักเรียน 1 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนอยู่ในระดับอ่อน ปานกลาง และเก่ง ผู้วิจัยเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากู อำเภอทุ่งยางแดง จังหวัดปัตตานี ที่มีระดับผลการเรียนทั้ง 3 ระดับ มาระดับละ 1 คน โดยขอความร่วมมือจากครูประจำชั้นในการเลือกนักเรียน โดยครูประจำชั้นดูจากผลการเรียนภาคเรียนที่ 1 ผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการทดลองใช้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ว่าไม่ใช่การทดสอบ แต่เป็นการทดลองใช้บทเรียน ผลของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่กระทบกระเทือนกับผลการเรียนของนักเรียนแต่ประการใด จากนั้นให้นักเรียนทั้ง 3 คน อ่านบัตรคำสั่ง ซึ่งสั่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา ปฏิบัติกิจกรรม ตอบคำถาม และทำแบบทดสอบหลังเรียน ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ผู้วิจัยคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิดเพื่อดูว่า นักเรียนทั้ง 3 คน ทำหน้างาน เจ็บ หรือสงสัยประการใด ผู้วิจัยต้องบันทึกปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนทั้ง 3 คนไว้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจากชุดพัฒนาทักษะทางคณิต ครบทั้ง 3 ชุดแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และนำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการสังเกตไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อทำการทดลองสอนในขั้นที่ 2 ต่อไป (ภาคผนวก 2 หน้า

ขั้นที่ 2 การทดลองแบบกลุ่มเล็ก เป็นการทดลองสอนที่ใช้ครู 1 คน ต่อนักเรียน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง มีวิธีการทดลองดังนี้ ผู้วิจัยเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านมะนังขง อำเภอทุ่งยางแดง จังหวัดปัตตานี ที่มีทั้งระดับผลการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง มาระดับละ 10 คน ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 30 คน จับฉลาก เพื่อเข้าประจำศูนย์การเรียน ทั้ง 4 ศูนย์การเรียน โดยนักเรียนที่จับฉลากได้หมายเลข 1 เข้าประจำศูนย์การเรียนที่ 1 ผู้ที่จับฉลากได้หมายเลข 2 เข้าประจำศูนย์การเรียนที่ 2 ผู้ที่จับฉลากได้หมายเลข 3 และ 4 เข้าประจำศูนย์การเรียนที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการทดลองให้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ว่าไม่ใช่การทดสอบ แต่เป็นการทดลองใช้บทเรียน ผลของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่กระทบกระเทือนกับผลการเรียนของนักเรียนแต่ประการใด จากนั้นผู้วิจัยนำชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขในขั้นที่ 1 แล้วให้นักเรียนแต่ละศูนย์การเรียน ทั้ง 30 คน ทำ โดยเริ่มจากการอ่านบัตรคำสั่ง ซึ่งสั่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา ปฏิบัติกิจกรรม ตอบคำถาม และทำแบบทดสอบหลังเรียน ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจะไม่มี การติดต่อกันเป็นส่วนตัว หากนักเรียนพบข้อบกพร่องของชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชุดนี้ให้นักเรียนทำเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่งไว้สำหรับอภิปรายกับผู้วิจัยในภายหลัง เมื่อปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างเสร็จสิ้นลง การทดลองให้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยบันทึกเวลาที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างไว้ด้วย เพื่อจะได้ทราบเวลาที่เหมาะสม สำหรับนำชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริง เมื่อ นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจากชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ครบทั้ง 3 ชุด

แล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และนำข้อบกพร่องของชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนพบไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อทำการทดลองสอนในขั้นที่ 3 ต่อไป (ภาคผนวก 2 หน้า 115-119)

ขั้นที่ 3 การทดลองภาคสนามเป็นการทดลองที่ใช้ครู 1 คน ต่อนักเรียนทั้งชั้น ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนอ่อนปานกลาง และเก่ง มีวิธีการทดลองดังนี้ ผู้วิจัยเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านบือจะ อำเภอทุ่งยางแดง จังหวัดปัตตานี ซึ่งมีนักเรียนทั้งชั้น 52 คน เป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนด้อยกันทั้งเด็กอ่อน เด็กปานกลาง และเด็กเก่ง ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งหมดจับฉลากเพื่อเข้าประจำศูนย์การเรียนทั้ง 4 ศูนย์การเรียน โดยให้นักเรียนที่จับฉลากได้หมายเลข 1 เข้าประจำศูนย์การเรียนที่ 1 ผู้ที่จับฉลากได้หมายเลข 2 เข้าประจำศูนย์การเรียนที่ 2 ผู้ที่จับฉลากได้หมายเลข 3 และ 4 เข้าประจำศูนย์การเรียนที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการทดลองใช้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ว่าไม่ใช่การทดสอบแต่เป็นการทดลองใช้บทเรียน ผลของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่กระทบกระเทือนกับผลการเรียนของนักเรียนแต่ประการใด จากนั้นผู้วิจัยนำชุดพัฒนาทักษะทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งปรับปรุงแก้ไขและหาประสิทธิภาพในขั้นที่ 2 แล้ว ให้นักเรียนแต่ละศูนย์การเรียนทำ โดยเริ่มจากการอ่านบัตรคำสั่ง ซึ่งสิ่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา ปฏิบัติกิจกรรม ตอบคำถามและทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจากชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ครบทั้ง 3 ชุดแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ 80/80 (ภาคผนวก 2 หน้า 119-124)

2.1.4.3 จัดพิมพ์เอกสารต่าง ๆ ที่มีในชุด
พัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จัด
เก็บบรรจุกล่องให้สวยงามเพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4
ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา เรื่องเวลา มีขั้นตอนในการสร้าง
ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์ จากหลักสูตร
ประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และ
คู่มือครูคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2.2.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการเขียนแบบทดสอบและ
เทคนิคการวัดผลทางการศึกษา การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความรู้
ความจำ ความเข้าใจ

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบบปรนัย ชนิด
เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างเสร็จแล้ว
ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 3
คน และครูผู้สอนคณิตศาสตร์ดีเด่น จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรง
เชิงเนื้อหา (Content Validity) (ภาคผนวก 2 หน้า 126-127)

2.2.5 ตัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้เชี่ยวชาญด้าน
การวัดผลและประเมินผล และครูผู้สอนคณิตศาสตร์ดีเด่นได้พิจารณา
แล้วว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผลและครูผู้สอนคณิตศาสตร์ดีเด่น ได้พิจารณาแล้วว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนไปทดสอบนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านมะนังยง จำนวน 32 คน

2.2.7 นำผลการทดสอบจากข้อ 2.6 มาตรวจให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน แล้ววิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบแต่ละข้อซึ่งใช้เทคนิค 50 เปอร์เซ็นต์ในการแบ่งกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน (อ้างใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2536 : 180)

2.2.8 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .20 ถึง .80 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 (อ้างใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 179-181) จำนวน 20 ข้อ โดยคำนึงถึงความครอบคลุมของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2.2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่คัดเลือกและหาคุณภาพรายข้อแล้ว จำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านบือจะ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 52 คน เพื่อหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson, 1986 : 77) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .74

2.2.10 จัดพิมพ์และเขียนเป็นชุดสำหรับนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์

เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เสร็จแล้ว ผู้วิจัยนำชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองในโรงเรียนบ้านน้ำดำ โรงเรียนบ้านแลแนว และโรงเรียนพระราชประสงค์บ้านทรายขาว ก่อนทำการทดลอง และหลังจากทำการทดลองกับนักเรียนในโรงเรียนดังกล่าวเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการทดลองใช้เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นแล้ว นำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนน 1 เมื่อนักเรียนตอบถูก และให้คะแนน 0 เมื่อนักเรียนตอบผิดหรือไม่ตอบ หลังจากนั้นนำผลการสอบมาคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ และวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

วิธีการทดลอง

ผู้วิจัยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการทดลองและขั้นการทดลอง ทั้ง 2 ขั้นตอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ขั้นเตรียมการทดลอง

1.1 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

1.1.1 ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ชุด

1.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.2 กำหนดระยะเวลาในการทดลอง ดังตาราง 7

ตาราง 7 กำหนดระยะเวลาในการทดลอง

สถานที่ทดลอง	วัน เดือน	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
		เวลา	เวลา
โรงเรียน บ้านน้ำคำ	11 ธ.ค. 38	09.00-10.20 น.	10.30-11.50 น.
	12 ธ.ค. 38	10.30-11.50 น.	09.00-10.20 น.
	13 ธ.ค. 38	09.00-10.20 น.	10.30-11.50 น.
	14 ธ.ค. 38	10.30-11.50 น.	09.00-10.20 น.
	15 ธ.ค. 38	09.00-10.20 น.	10.30-11.50 น.
โรงเรียน บ้านแลวชะ	18 ธ.ค. 38	10.30-11.50 น.	09.00-10.20 น.
	19 ธ.ค. 38	09.00-10.20 น.	10.30-11.50 น.
	20 ธ.ค. 38	10.30-11.50 น.	09.00-10.20 น.
	21 ธ.ค. 38	09.00-10.20 น.	10.30-11.50 น.
	22 ธ.ค. 38	10.30-11.50 น.	09.00-10.20 น.
โรงเรียน พระราช ประสงค์	25 ธ.ค. 38	10.30-11.50 น.	09.00-10.20 น.
	26 ธ.ค. 38	09.00-10.20 น.	10.30-11.50 น.
	27 ธ.ค. 38	10.30-11.50 น.	09.00-10.20 น.
บ้านทรายขาว	28 ธ.ค. 38	09.00-10.20 น.	10.30-11.50 น.
	29 ธ.ค. 38	10.30-11.50 น.	09.00-10.20 น.

1.3 ขอนหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ เพื่อขออนุมัติสำนักงาน
การประถมศึกษาจังหวัดปัตตานี ในการทำการทดลอง

1.4 นำหนังสืออนุญาตให้ทำการทดลองจากสำนักงานการประถมศึกษา
จังหวัดปัตตานี ไปยังสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอทุ่งช้างแดง

เพื่อขออนุญาตทำการทดลอง

1.5 นำหนังสืออนุญาตให้ทำการทดลองจากสำนักงาน
การประถมศึกษาอำเภอทุ่งยางแดง ไปยังโรงเรียนที่ทำการทดลอง

1.6 เตรียมนักเรียนเข้ารับการทดลอง โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย
(Simple Random Sampling) หยิบฉลากไม่ใส่กลับ

1.7 เตรียมสถานที่ในการทดลอง โดยผู้วิจัยให้ห้องเรียนของ
แต่ละโรงเรียนที่ให้นักเรียนเป็นกลุ่มทดลอง เป็นห้องทดลองสอน และ
จัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ประกอบด้วย ศูนย์การเรียน 4 ศูนย์
การเรียน และศูนย์สำรอง 1 ศูนย์สำรอง

2. ขั้นตอนทดลอง

ทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ใช้เวลา
ทดลองโรงเรียนละ 3 ครั้ง ครั้งละ 4 คาบ (1 คาบ เท่ากับ 20
นาที) เป็นเวลา 9 วัน และทดสอบอีกโรงเรียนละ 2 ครั้ง เป็นเวลา
6 วัน รวมการทดลองทั้งสิ้น 15 วัน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยมีลำดับขั้นตอนในการทดลอง
ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์
เรื่องเวลา ดำเนินการดังนี้

2.1.1 ผู้วิจัยเตรียมชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์
เรื่องเวลา ไว้บนโต๊ะประจำศูนย์การเรียนแต่ละศูนย์ ตั้งแต่ศูนย์ที่ 1
ถึงศูนย์ที่ 4 และศูนย์สำรอง สำหรับศูนย์ที่ 1 ถึงศูนย์ที่ 4 นักเรียน
ทุกคนต้องเข้าปฏิบัติกิจกรรมส่วนศูนย์สำรองไว้สำหรับศูนย์ที่ปฏิบัติกิจกรรม
เสร็จก่อนศูนย์อื่นเท่านั้น

2.1.2 ให้นักเรียนกลุ่มทดลองเข้านั่งประจำศูนย์การเรียน
แต่ละศูนย์

2.1.3 ผู้วิจัยกล่าวถึงกายและพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับ ส่วนประกอบของชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา วิถีชีวิต พัฒนาทักษะ เรื่องเวลา และบทบาทหน้าที่ของนักเรียนว่า นักเรียน ต้องเลือกหัวหน้าประจำศูนย์การเรียนของตนเอง ต้องตั้งใจอ่านบัตรคำสั่ง จากชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ และปฏิบัติตามบัตรคำสั่งอย่างเคร่งครัด ไม่ชวนเพื่อนคุยเรื่องอื่น ไม่ชวนเพื่อนเล่น ไม่ควรนั่งเฉย เมื่อมีการ ประเมินผลการเรียน นักเรียนต้องทำแบบทดสอบอย่างระมัดระวัง เมื่อ ปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว ให้นักเรียนเก็บอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน ใส่กล่องให้เรียบร้อย แล้วจึงเปลี่ยนศูนย์การเรียนอย่างช้า ๆ ไม่ส่งเสียง ดัง

2.1.4 ผู้วิจัยบอกบทบาทหน้าที่ของหัวหน้าประจำศูนย์การเรียน ว่า ต้องดูแลให้การปฏิบัติกิจกรรมของสมาชิกในศูนย์การเรียนของตนเอง ให้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย ไม่ข่มเหงรังแกเพื่อน เปิดโอกาสให้เพื่อน ๆ แสดงความคิดเห็น หากมีปัญหาให้ปรึกษาครูได้ทันที โดยการยกมือหรือเดิน ไปหาครู เมื่อทุกคนปฏิบัติภารกิจในศูนย์การเรียนของตนเองเสร็จเรียบร้อยแล้ว หัวหน้าประจำศูนย์การเรียนรวบรวมผลงานต่าง ๆ ที่เพื่อนได้ปฏิบัติแล้ว ส่งครู

2.1.5 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.1.6 หัวหน้าประจำศูนย์การเรียนเก็บกระดาษคำตอบส่งครู

2.1.7 ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านบัตรคำสั่ง

2.1.8 ผู้วิจัยให้นักเรียนปฏิบัติตามที่บัตรคำสั่งระบุไว้

ดังนี้

2.1.8.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียนในกระดาษคำตอบ

2.1.8.2 เปลี่ยนกันตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยแบบ

ทดสอบก่อนเรียน ให้คะแนน

2.1.8.3 หัวหน้าประจำศูนย์เก็บกระดาษ

คำตอบส่งครู

2.1.8.4 อ่านบัตรเนื้อหา

2.1.8.5 อ่านบัตรกิจกรรมและปฏิบัติกิจกรรม

2.1.8.6 อ่านบัตรคำถาม ตอบคำถามในกระดาษ

คำตอบ

2.1.8.7 เปลี่ยนกันตรวจคำตอบจากบัตรเฉลย

ให้คะแนน

2.1.8.8 หัวหน้าประจำศูนย์เก็บกระดาษคำตอบ

ส่งครู

2.1.8.9 ทำแบบทดสอบหลังเรียนในกระดาษ

คำตอบ

2.1.8.10 เปลี่ยนกันตรวจคำตอบจากบัตรเฉลย

แบบทดสอบหลังเรียน ให้คะแนน

2.1.8.11 หัวหน้าประจำศูนย์เก็บกระดาษคำตอบ

ส่งครู

2.1.8.12 เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จเรียบร้อย

แล้วให้ทุกคนเก็บบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม

แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และสื่อการเรียนทุกอย่าง

ให้เรียบร้อย ก่อนย้ายไปเรียนศูนย์อื่นต่อไป

2.1.8.13 ไม่หยิบชิ้นส่วนใด ๆ ไปจากศูนย์

การเรียนนั้น

2.1.9 เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจากชุดพัฒนาทักษะทาง
คณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ครบทั้ง 3 ชุดแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียว
กันกับแบบทดสอบที่นักเรียนทำในข้อ 2.1.5

การดำเนินการตั้งแต่ 2.1.7-2.1.8 ผู้วิจัยให้คำแนะนำเฉพาะการใช้ชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในครั้งแรกเท่านั้น การดำเนินการในครั้งต่อไปนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองทุกขั้นตอน ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเท่านั้น

2.2 กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินการดังนี้

2.2.1 ผู้วิจัยกล่าวทักทายนักเรียน

2.2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2.3 ผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องเวลา

2.2.4 สอนเนื้อหาใหม่ เกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

2.2.4.1 การบอกเวลาในช่วงกลางวันเป็นชั่วโมง และนาทีเป็นภาษาพูดและภาษาเขียน

2.2.4.2 การบอกเวลาในช่วงกลางคืนเป็นชั่วโมงและนาทีเป็นภาษาพูดและภาษาเขียน

2.2.4.3 การเขียนและการอ่านเวลาโดยใช้จุด

2.2.5 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2.2.6 เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหา ในข้อ 2.2.4 ครบทุกเนื้อหาแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับข้อ 2.2.2

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. ขั้นตอนการหาคุณภาพเครื่องมือ ซึ่งแบ่งเป็น 2 อย่าง คือ

1.1 การหาประสิทธิภาพของชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นหลักประกันได้ว่าชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 โดยใช้สูตรในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2526 : 491) ซึ่งใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

1.1.1 หาประสิทธิภาพของชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวแรก โดยหาค่าเฉลี่ยจากการตอบคำถามจากบัตรคำถามจากชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์แต่ละชุดของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่เป็นประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่าง ต้องได้คะแนนเฉลี่ยอย่างน้อยร้อยละ 80 ใช้สูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชั้น รวมกัน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.1.2 หาประสิทธิภาพของชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวหลัง โดยหาคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนจากชุดพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์แต่ละชุดของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่เป็นประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่าง ต้องได้คะแนนเฉลี่ยอย่างน้อยร้อยละ 80 ใช้สูตรดังนี้

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	ΣF	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

1.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีของโรวินेलลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton, 1978 : 37)

$$IOC = \Sigma R / N$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
-------	-------	-----	---

ΣR	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2.2 หาค่าความยาก (Difficulty)

(อ้างใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 179) ใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

โดยใช้สูตรดังนี้ (อ้างใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2526 : 180)

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและ กลุ่มอ่อน

1.2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบ

ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร

KR - 20 ของคูเดอร์ วิชาาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่ง
ใช้สูตรดังนี้ (อ้างใน บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 85-86)

$$r_{kk} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ	r_{kk}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ
			$= \frac{R}{N}$ เมื่อ R แทนจำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น
			N แทนจำนวนผู้สอบ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ $= 1 - p$
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติต่าง ๆ ดังนี้

2.1 หาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X})

สูตร (Ferguson, 1981 : 49)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่ามัชฌิมเลขคณิต
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

สูตร (Ferguson, 1981 : 68)

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

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.3 หาค่าความแปรปรวน (S^2)

สูตร (อ้างใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 62)

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

เมื่อ	S^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัวในกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.4 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยิมเลขคณิตสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน ความแปรปรวนเท่ากัน คำนวณได้จากสูตร (อ้างใน ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2525 : 119)

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที
	\bar{X}_1	แทน	ค่ามัธยิมเลขคณิตของกลุ่มทดลอง
	\bar{X}_2	แทน	ค่ามัธยิมเลขคณิตของกลุ่มควบคุม
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มทดลอง
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มควบคุม
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

2.5 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยิมเลขคณิตสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Sample) คำนวณได้จากสูตร (อ้างใน ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2525 : 133)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{NED^2 - (\Sigma D)^2}{n - 1}}}$$

$$df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที
	n	แทน	จำนวนนักเรียน
	D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนน ก่อนเรียนและหลังเรียน
	SD	แทน	ผลรวมของคะแนนความแตกต่าง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน