

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ดังนั้นเพื่อให้ผลการวิจัยครั้งนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงกำหนดวิธีดำเนินการวิจัย ดังรายละเอียดที่จะนำเสนอตามลำดับ คือ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง แบบแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ วิธีดำเนินการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เด็กปฐมวัย อายุ 5-6 ปี ระดับชั้นอนุบาล ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนอนุบาลปัตตานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปัตตานี เขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 5 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 160 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เด็กปฐมวัยอายุ 5-6 ปี ระดับชั้นอนุบาล ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนอนุบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 28 คน การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีวิธีการดังนี้

2.1 ทำการสุ่มอย่างง่ายโดยใช้วิธีการจับฉลากมา 1 ห้องเรียน จากจำนวน 5 ห้องเรียน

2.2 นำนักเรียนจากห้องเรียนที่สุ่มได้ตามข้อที่ 1 มาทำการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับฉลากเพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยที่นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบ จำนวน 14 คน และนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 14 คน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนการทดลองมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัย Randomized Control Group Pretest Posttest Design มีลักษณะการทดลองดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 62)

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

RC	T_1	X	T_2
RE	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R	แทน	การจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มใช้วิธีสุ่ม
E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
C	แทน	กลุ่มควบคุม (Control Group)
T_1	แทน	การทดสอบก่อนการจัดประสบการณ์ (Pretest)
T_2	แทน	การทดสอบหลังการจัดประสบการณ์ (Posttest)
X	แทน	วิธีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบ
$\sim X$	แทน	วิธีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยค้นพบ หน่วยพืช เรื่อง ต้นไม้ และดอกไม้ จำนวน 2 สัปดาห์ 10 แผน
2. แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบปกติ ตามแผนการจัดประสบการณ์ ชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลปัดธานี จังหวัดปัดธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1 จำนวน 2 สัปดาห์ 10 แผน
3. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท และทักษะการวัด จำนวน 28 ข้อ

การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. การสร้างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายการจัดการศึกษาปฐมวัยจากเอกสารดังนี้

1.1.1 แผนการจัดประสบการณ์ชั้นอนุบาลปีที่ 2 ของสำนักงานเขตพื้นที่

การศึกษาเขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี

1.1.2 คู่มือครูอนุบาล

1.1.3 แนวการจัดประสบการณ์ชั้นอนุบาลปีที่ 2

1.1.4 แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบสำหรับเด็กปฐมวัย

1.1.5 ทฤษฎีจิตวิทยาพัฒนาการและการรับรู้ของเด็กปฐมวัย

1.1.6 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดประสบการณ์ทาง

วิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย

1.2 เลือกเนื้อหาจากหน่วยประสบการณ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาการ

จัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบและศึกษานอกห้องเรียนได้ คือ เรื่อง ต้นไม้และดอกไม้

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ประจำหน่วย

1.4 สร้างแผนการจัดประสบการณ์ซึ่งมีรายละเอียดของโครงสร้างประกอบด้วย

มโนทัศน์ เนื้อหา วัตถุประสงค์ ลำดับขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม สื่อการเรียนการสอน และการประเมินผลในแต่ละแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบประกอบด้วยคำถามนำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ทักษะจัดเป็น 2 สัปดาห์ ดำเนินการจัดประสบการณ์ สัปดาห์ละ 1 เรื่อง ได้แก่ ต้นไม้ และดอกไม้ ตามลำดับ

1.5 นำแผนการจัดประสบการณ์ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุม

วิทยานิพนธ์โดยพิจารณาตรวจแก้ไขเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดประสบการณ์ให้ถูกต้องตามวิธีการสอนโดยใช้การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญการสอนระดับปฐมวัย จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ ความตรงของเนื้อหา จุดประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และ ความถูกต้องในการใช้ภาษา

1.6 นำแผนการจัดประสบการณ์ที่ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้

เหมาะสมและมีประสิทธิภาพแล้วนำไปทดลองใช้กับเด็กนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลปัตตานีที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อดูความเหมาะสมกับเด็กนักเรียนในสถานการณ์จริง

1.7 นำแผนการจัดประสบการณ์ที่ทดลองใช้ มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อเตรียมการ

จัดทำแผนการจัดประสบการณ์ที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ในการทดลองเพื่อการศึกษาวิจัย

2. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดำเนินการตามลำดับดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีจิตวิทยาพัฒนาการและการรับรู้ของเด็กระดับก่อนประถมศึกษา

2.1.2 แนวการจัดประสบการณ์ชั้นอนุบาลปีที่ 2

2.1.3 เทคนิคการเขียนข้อสอบและการสร้างแบบทดสอบ

2.1.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบการเตรียมความพร้อม

2.1.5 สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น

แบบคำถาม มีรูปภาพชนิด 3 ตัวเลือก รวมทั้งหมด 3 ฉบับ จำนวน 42 ข้อ ดังนี้

1. แบบทดสอบทักษะการสังเกต เป็นข้อคำถามที่เป็นรูปภาพ จำนวน 20 ข้อ

2. แบบทดสอบทักษะการจำแนกประเภท เป็นข้อคำถามที่เป็นรูปภาพ จำนวน 12 ข้อ

3. แบบทดสอบทักษะการวัด เป็นข้อคำถามที่เป็นรูปภาพ จำนวน 10 ข้อ

2.3 นำเสนอแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ทักษะ
เสนอผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรง (Validity) ตลอดจนความ
ชัดเจนของภาษา และนำมาแก้ไขข้อบกพร่อง

2.4 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไป

ทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 กับเด็กปฐมวัย อายุ 5-6 ปี ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลปัตตานี
จำนวน 28 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยให้คะแนน
ข้อที่ตอบถูกต้อง ให้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิด หรือไม่ได้ตอบ หรือเลือกตอบเกินกว่า 1 ภาพ
ให้ 0 คะแนน ทำการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ และคัดเลือกข้อที่มีความยาก
(Level of Difficulty) ระหว่าง 0.31 - 0.93 และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power)
ตั้งแต่ 0.20 - 0.87 เป็นข้อสอบวัดทักษะการสังเกต จำนวน 14 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภท
จำนวน 7 ข้อ และทักษะการวัด จำนวน 7 ข้อ รวมข้อสอบทั้งหมด จำนวน 28 ข้อ โดยคำนึงถึงความ
ครอบคลุมจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2.5 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลอง
ใช้ (Try out) ครั้งที่ 2 กับเด็กปฐมวัย อายุ 5-6 ปี ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลปัตตานี
จำนวน 28 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.6 นำผลการทดสอบมาคำนวณหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีของ
คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ซึ่งได้ ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .80

2.7 จัดทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อ

นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเด็กปฐมวัย ชั้นอนุบาลปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนอนุบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 28 คน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สร้างความคุ้นเคยกับเด็กปฐมวัยชั้นอนุบาลปีที่ 2 ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการแนะนำตัวจากผู้วิจัย ทำความรู้จักชื่อเด็ก และร่วมปฏิบัติกิจกรรมกับเด็ก ใช้เวลา 1 สัปดาห์

3.2 ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการจัดประสบการณ์ (Pretest) ทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดประสบการณ์ด้วยตนเองทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้เวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 ครั้ง ครั้งละ 35 นาที เด็กจะได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบ และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบปกติ ในกิจกรรมวงกลม คือ วันจันทร์ วันอังคาร วันพุธ วันพฤหัสบดี และวันศุกร์

3.4 การดำเนินการจัดประสบการณ์ใช้การสลับเวลาในการจัดกิจกรรมระหว่างกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม ดังนี้

ตาราง 3 กำหนดเวลาดำเนินการจัดประสบการณ์

สัปดาห์	วัน	เวลาที่ดำเนินการจัดประสบการณ์	
		09.00 – 09.35 น.	09.40 – 10.15 น.
1.	จันทร์	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	อังคาร	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
	พุธ	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	พฤหัสบดี	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
	ศุกร์	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
2.	จันทร์	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
	อังคาร	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	พุธ	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
	พฤหัสบดี	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	ศุกร์	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง

3.5 เมื่อทำการจัดประสบการณ์ภายในเวลา 2 สัปดาห์แล้ว จึงทำแบบทดสอบหลังการจัดประสบการณ์ (Posttest) ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับเด็กปฐมวัยที่เป็นชุดเดียวกัน กับการประเมินก่อนการจัดประสบการณ์ แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนทำการจัดประสบการณ์ นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับเด็กปฐมวัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ดำเนินการจัดประสบการณ์ โดยผู้วิจัย ทั้งสองกลุ่ม
3. หลังการจัดประสบการณ์ นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับเด็กปฐมวัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแล้วตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
4. นำคะแนนจากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิเคราะห์หาค่าทางสถิติเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการจัดประสบการณ์และเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบ โดยใช้การทดสอบที (t - test) แบบไม่เป็นอิสระจากกัน
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังได้รับการจัดประสบการณ์แบบปกติ โดยใช้การทดสอบที (t - test) แบบไม่เป็นอิสระจากกัน
3. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยหลังได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการค้นพบกับการจัดประสบการณ์แบบปกติ โดยใช้การทดสอบที (t - test) แบบ เป็นอิสระจากกัน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 59)

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

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

1.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 143)

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

เมื่อ S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ มีดังนี้

2.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 179) ดังนี้

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

เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่าย
R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.2 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 211) ดังนี้

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

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_U	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งที่ตอบถูก
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มอ่อนที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนรวมกัน

2.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของ กูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson 20 : K-R20) (สุวิมล ศิริกาพันธ์, 2546 : 151 - 152) ดังนี้

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมผู้ตอบทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดประสบการณ์และหลังการจัดประสบการณ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้สูตร t -test (Dependent Sample) (ถ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540 : 148)

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

โดยมี $df = n - 1$

t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t -distribution
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
n	แทน	จำนวนคู่
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของ D แต่ละตัวยกกำลังสอง
$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของ D ทั้งหมดยกกำลังสอง

3.2 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดประสบการณ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้สูตร t -test (Independent Sample) มี 2 กรณี คือ

1) กรณีที่ผลการทดสอบหลังการจัดประสบการณ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทดสอบความแปรปรวนแล้ว ความแปรปรวนทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) ใช้สูตรดังนี้ (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540 : 242-243)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

โดยมี $df = n_1 + n_2 - 2$

2) กรณีที่ผลการทดสอบหลังการจัดประสบการณ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทดสอบความแปรปรวนแล้ว ความแปรปรวนทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540 : 245-246)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{โดยมี } df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
\bar{X}_1, \bar{X}_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ
S_1^2, S_2^2	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามลำดับ
n_1, n_2	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ

3.3 ทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวน ทั้ง 2 กลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่เท่ากัน ใช้สูตร (นงนุช ภัทราร, 2538 : 264 - 266)

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (S_1^2 > S_2^2)$$

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad (S_2^2 > S_1^2)$$

$$\text{โดยมี } df = n_1 - 1, \quad n_2 - 1$$

เมื่อ F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤติจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
s_1^2, s_2^2	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามลำดับ
n_1, n_2	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ