

### บทที่ 3

#### วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างวิธีสอน 2 วิธี และเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังทดลอง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง แบบแผนการทดลอง เครื่องมือในการวิจัย วิธีดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

#### กลุ่มตัวอย่าง

##### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพัทลุง จำนวนทั้งสิ้น 8132 คน

##### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 78 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการดังนี้

2.1 เลือกโรงเรียน เลือกโรงเรียนจากทั้งหมด 3 ขนาด คือ

ขนาดเล็ก จำนวน 42 โรงเรียน ( มีนักเรียน 120 คนลงมา )

ขนาดกลาง จำนวน 159 โรงเรียน ( มีนักเรียน 121 - 300 คน )

ขนาดใหญ่ จำนวน 59 โรงเรียน ( มีนักเรียน มากกว่า 300 คน )

( สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2534 : 70 )

โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ( Purposive sampling ) ได้ขนาดใหญ่และขนาดกลาง ขนาดละ 1 โรง และขนาดเล็ก 2 โรง คือ โรงเรียนบ้านตลิ่งชัน โรงเรียนบ้านควนปิ่นตาราม โรงเรียนบ้านไพรโคบและโรงเรียนบ้านห้วยกรวด ตามลำดับ

2.2 จากข้อ 2.1 ผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจง ( Purposive sampling ) คือเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียนรวมใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง ห้องละ 18 คน ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ห้องละ 12 คน ในโรงเรียนขนาดกลาง และห้องละ 9 คนในโรงเรียนขนาดเล็ก ดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ขนาด โรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน กลุ่มทดลอง ( คน )	จำนวนนักเรียน กลุ่มควบคุม ( คน )
ใหญ่	บ้านตลิ่งชัน	18	18
กลาง	บ้านควนปิ่นตาราม	12	12
เล็ก	บ้านไพรโคบ	-	9
	บ้านห้วยกรวด	9	-
	รวม	39	39

### แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม และมีการสอบก่อน  
กับหลังการทดลอง ( Randomized control group pretest posttest design ) ( พวงรัตน์  
ทวีรัตน์, 2531 : 67)

	R E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>
	R C	T <sub>1</sub>	~X	T <sub>2</sub>
เมื่อ	R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม	
	E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental group)	
	C	แทน	กลุ่มควบคุม (Control group)	
	T <sub>1</sub>	แทน	การสอบก่อนการทดลอง (Pretest)	
	T <sub>2</sub>	แทน	การสอบหลังการทดลอง (Posttest)	
	X	แทน	การจัดกระทำหรือการให้ตัวแปรทดลอง (Treatment)	
	~X	แทน	ไม่มีการจัดกระทำหรือให้ตัวแปรทดลอง (Treatment)	

### เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองบางส่วน และได้นำของผู้วิจัย  
ท่านอื่นมาดัดแปลงให้เหมาะสมบางส่วน ซึ่งประกอบด้วย แผนการสอนแบบสืบสวน  
สอบสวน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจทาง  
วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

#### 1. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีสร้างและลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากคู่มือ  
และเอกสารต่างๆ

1.2 ศึกษานิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ดวงจิต สุขสุเมฆ, 2528 : 48) ได้ทักษะที่เหมาะสม 6 ทักษะคือ

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการจำแนก
- 3) ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล
- 4) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 5) ทักษะการทดลอง
- 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

1.3 ศึกษาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของ 6 ทักษะจากหนังสือ กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู ของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

1.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ดวงจิต สุขสุเมฆ มาดัดแปลงให้เหมาะสม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

2. การสร้างแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาเรื่องความสนใจทางวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบวัดความสนใจจากหนังสือ คู่มือ และเอกสารต่างๆ

2.2 สร้างแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของดวงจิต สุขสุเมฆ (2528 : 145-149) มาปรับให้เหมาะสม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าชนิด 5 สเกล แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 เกี่ยวกับความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 เกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

- 2.3 กำหนดการประเมินค่าของแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ดังนี้คือ
- |  |         |   |       |
|--|---------|---|-------|
| เห็นด้วยมากที่สุดหรือปฏิบัติมากที่สุด    | เท่ากับ | 5 | คะแนน |
| เห็นด้วยมาก หรือ ปฏิบัติมาก              | เท่ากับ | 4 | คะแนน |
| เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติน้อย                | เท่ากับ | 3 | คะแนน |
| เห็นด้วยน้อยที่สุด หรือปฏิบัติน้อยที่สุด | เท่ากับ | 2 | คะแนน |
| ไม่เห็นด้วย หรือ ไม่มีการปฏิบัติ         | เท่ากับ | 1 | คะแนน |

3. การสร้างแผนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ได้ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 และแผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

3.2 เลือกเนื้อหาที่จะใช้ทดลองสอน โดยเลือกเนื้อหาส่วนที่เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาในแผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 6 เรื่องพลังงานและสารเคมี

3.3 ศึกษาวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน แล้วนำมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาพและความพร้อมของโรงเรียนที่ทำการวิจัย

3.4 สร้างแผนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน 24 แผน แผนละ 3 คาบ ( 1 ชั่วโมง ) รวม 72 คาบ ( 24 ชั่วโมง ) ดังนี้

แผนที่ 1 ถึงแผนที่ 9 เป็นแผนการสอนเกี่ยวกับเรื่อง แสง

แผนที่ 10 ถึงแผนที่ 17 เป็นแผนการสอนเกี่ยวกับเรื่อง ไฟฟ้า

แผนที่ 18 ถึงแผนที่ 24 เป็นแผนการสอนเกี่ยวกับเรื่อง สารเคมี

ซึ่งแต่ละแผนมีขั้นตอนในการสอนดังนี้

3.4.1 ช้่นนำเข้าสู่ปัญหาและตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์กิจกรรมหรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหาข้อข้องใจ โดยครูอาจทดลองให้นักเรียนสังเกต

3.4.2 ชั้นสำรวจค้นคว้า และชั้นปฏิบัติการ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องค้นหาเหตุผลหาข้อมูล เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นนี้เมื่อครูทำการทดลองแล้วเด็กจะถามคำถามทำไมจึงเป็นเช่นนั้น คือชั้นอธิบายปรากฏการณ์

3.4.3 ชั้นอภิปรายและสรุปผล เป็นขั้นที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายถึงผลที่ได้ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นจริงมากน้อยเพียงใด แล้วจึงสรุปเป็นหลักการ

3.4.4 ชั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำหลักเกณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ คิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ

3.5 นำแผนการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณา ให้ข้อคิดเห็นในด้านความครอบคลุมของเนื้อหา วัตถุประสงค์ และความถูกต้องของแผนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.6 นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไข และจัดทำสื่อการสอนที่ระบุไว้ในแผนการสอน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อทราย ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3.7 นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง จนเป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

4. การหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์

4.1 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อทราย จำนวน 30 คน

4.2 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาระดับความยากง่าย และอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิคกลุ่มสูง-ต่ำ 50 เปอร์เซนต์ แล้วเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .20-.80 ค่าอำนาจ-จำแนกตั้งแต่ .20-.73 และแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์หาอำนาจจำแนกโดยใช้การทดสอบที ( t - test ) ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.78-6.29

4.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ( Kuder - Richardson ) ได้ค่าความเชื่อมั่น .87 และแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีของครอนบัค ( Cronbach ) ได้ค่าความเชื่อมั่น .90

## วิธีการทดลอง

### ผู้วิจัยดำเนินการทดลองดังนี้

#### 1. ก่อนการทดลอง

- 1.1 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ แผนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กระดาษคำตอบ สื่อการสอน คู่มือสำหรับครูผู้สอน
- 1.2 ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลองต่อผู้บังคับบัญชาของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
- 1.3 เชิญครูในกลุ่มควบคุมมาตกลงและทำแผนการสอนร่วมกัน
- 1.4 เตรียมนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่จะเข้ารับการทดลอง ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- 1.5 จัดทำรายชื่อให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- 1.6 เตรียมบุคลากร โดยทำความเข้าใจ ข้อตกลงต่าง ๆ ที่ควรทราบ
- 1.7 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองสอน

#### 2. การทดลอง

ดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยแผนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกลุ่มควบคุมด้วยแผนการสอนแบบปกติ โดยครูผู้สอนที่สอนอยู่ประจำเป็นผู้สอนเองตั้งแต่วันที่ 4 ธันวาคม 2538 ถึงวันที่ 8 มกราคม 2539 โดยสอนทุกวันจันทร์-ศุกร์ วันละ 3 คาบ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังตาราง 2

ตารางที่ 2 แสดงวัน เดือน ปี ที่ใช้สอนแต่ละแผนการสอน

แผนการสอนที่	เรื่อง	วัน เดือนปี ที่สอน
1	การเดินทางของแสง	4 ธันวาคม 2538
2	แสงกับตัวกลาง	6 ธันวาคม 2538
3	การสะท้อนของแสง	7 ธันวาคม 2538
4	การหักเหของแสง	8 ธันวาคม 2538
5	การหักเหของแสง ( ต่อ )	11 ธันวาคม 2538
6	รังสีอินฟราเรด	12 ธันวาคม 2538
7	การเกิดภาพและการมองเห็น	13 ธันวาคม 2538
8	หน้าที่และส่วนประกอบของตา	14 ธันวาคม 2538
9	เงา	15 ธันวาคม 2538
10	การเกิดไฟฟ้าสถิต	18 ธันวาคม 2538
11	คุณสมบัติของไฟฟ้า	19 ธันวาคม 2538
12	วงจรไฟฟ้า	20 ธันวาคม 2538
13	ถ่านไฟฉาย	21 ธันวาคม 2538
14	แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า	22 ธันวาคม 2538
15	ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	25 ธันวาคม 2538
16	ฟิวส์และการลัดวงจร	26 ธันวาคม 2538
17	การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	27 ธันวาคม 2538
18	การเปลี่ยนแปลงของสารเคมี	28 ธันวาคม 2538
19	ยาฆ่าแมลง	29 ธันวาคม 2538
20	ยาฆ่าแมลง ( ต่อ )	2 มกราคม 2539
21	การใช้สารสังเคราะห์อย่างปลอดภัย	3 มกราคม 2539
22	น้ำกระด้างและน้ำอ่อน	4 มกราคม 2539
23	ผงซักฟอก	5 มกราคม 2539
24	น้ำอัดลม	8 มกราคม 2539



### 3. หลังทดลอง

นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบและวัดนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองสอนแล้ว

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 1. การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 ค่าความยากของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
ใช้สูตร ( บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 81 )

$$p = \frac{Ru + RI}{2f}$$

เมื่อ	p	แทน	ระดับความยาก
	Ru	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	RI	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ ซึ่งเท่ากัน

1.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
ใช้สูตร ( บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 81 )

$$r = \frac{Ru - RI}{f}$$

เมื่อ	r	แทน	อำนาจจำแนก
	Ru	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	RI	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ ซึ่งเท่ากัน

1.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบที่ (t - test) ( บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 94 )

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2 + S_L^2}{N}}}$$

เมื่อ	t	แทน	อำนาจจำแนก
	$\bar{X}_H$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\bar{X}_L$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	$S_H^2$	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	$S_L^2$	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งเท่ากัน

1.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร กูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20) ( พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531 : 130)

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

เมื่อ	$r_u$	หมายถึงค่าความเชื่อมั่น
	$n$	หมายถึงจำนวนข้อ
	$p$	หมายถึงสัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
	$q$	หมายถึงสัดส่วนของคนท
	$S_i^2$	หมายถึงความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

1.5 แบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  Coefficient) ( พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531 : 132)

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

เมื่อ	$\alpha$	หมายถึงสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$n$	หมายถึงจำนวนข้อสอบ
	$S_i^2$	หมายถึงความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	$S_t^2$	หมายถึงความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) ชนิดตัวอย่างประชากรไม่เกี่ยวข้องกัน ( พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531 : 173 ) โดยใช้สูตรซึ่งมี 2 กรณีดังนี้คือ

2.1.1 ถ้าทดสอบความแปรปรวนแล้ว ความแปรปรวนทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน ใช้สูตร

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

2.1.2 ถ้าทดสอบความแปรปรวนแล้ว ความแปรปรวนทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left\{ \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right\}^2}{\frac{\left[ \frac{s_1^2}{n_1} \right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[ \frac{s_2^2}{n_2} \right]^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ	$x_1$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	$\bar{x}_2$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	$s_1^2$	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
	$s_2^2$	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
	$n_1$	หมายถึง	จำนวนคนในกลุ่มทดลอง
	$n_2$	หมายถึง	จำนวนคนในกลุ่มควบคุม

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) ชนิดตัวอย่างประชากรสัมพันธ์กัน (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2534 : 201) มีสูตรดังนี้

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

เมื่อ  $n$  = จำนวนคู่

$D$  = ผลต่างระหว่างคะแนนที่สัมพันธ์กันแต่ละคู่

$\sum D$  = ผลรวมของผลต่างของคะแนน

$\sum D^2$  = ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนน