

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอน โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ ที่มีต่อความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ และ วิธีสอนตามปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

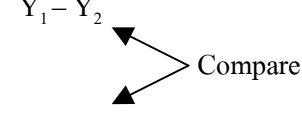
1. แบบแผนการทดลอง
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
5. วิธีดำเนินการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ Nonequivalent Control Group Design (Christensen, 1988 : 257)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

GROUP	PRERESPONES MEASURE	TREATMENT	POSTRESPONSE MEASURE	DIFFERENCE
E	Y_1	X	Y_2	$Y_1 - Y_2$
C	Y_1	-	Y_2	$Y_1 - Y_2$



สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X	แทน	การจัดกระทำ (Treatment)
-	แทน	ไม่มีการจัดกระทำ
E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental group)
C	แทน	กลุ่มควบคุม (Control group)
Y_1	แทน	การสอบก่อนการทดลอง
Y_2	แทน	การสอบหลังการทดลอง
$Y_1 - Y_2$	แทน	ผลต่างของคะแนนก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรในการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนบ้านนาทวี สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา จำนวน 6 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 272 คน

โดยมีเหตุผลในการเลือกโรงเรียนบ้านนาทวี ดังนี้

1. เป็นโรงเรียนที่มีผู้บริหารและคณาจารย์เห็นความสำคัญของการวิจัย
2. เป็นโรงเรียนที่มีสถิติการมาเรียนของนักเรียนสูง
3. เป็นโรงเรียนที่มีจำนวนห้องเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 มากกว่า 1 ห้องเรียนขึ้นไปและมีนักเรียนมากเพียงพอสำหรับการวิจัย
4. เป็นโรงเรียนที่จัดห้องเรียนแบบคละ โดยมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และ อ่อนคละกันไป

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนบ้านนาทวี สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 88 คน ได้มาโดยขั้นตอนการสุ่มแบบง่าย ดังนี้

สุ่มห้องเรียนมาจำนวน 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน โดยการจับฉลากและจับฉลากอีกครั้งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง มีจำนวนนักเรียน 44 คน สอนโดยวิธีสอนการใช้คำถามกระตุ้นให้คิด
อย่างรอบคอบ

กลุ่มควบคุม มีจำนวนนักเรียน 44 คน สอนโดยวิธีสอนตามปกติ

3. ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรที่จะศึกษาในการวิจัย

3.1 ตัวแปรอิสระ มี 1 ตัว คือ วิธีสอน ซึ่งแปรค่าได้ 2 ค่า คือ

3.1.1 วิธีสอนโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ

3.1.2 วิธีสอนตามปกติ

3.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการสอนโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ
2. แผนการสอนตามปกติ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการสอนแบบการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ

1.1 ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) คู่มือครู
แนวการจัดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์และแผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ โดยยึดแนวของกรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ เป็นเนื้อหาในหน่วยที่ 6 พลังงานและสารเคมี หน่วยย่อยที่ 2 แสง และ
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถาม เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแผนการสอน

1.2 สร้างแผนการสอนโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ ตามรายคาบ
ตามจุดประสงค์ของเนื้อหา จำนวน 10 แผน ใช้เวลาสอน 39 คาบ คาบละ 20 นาที สอนสัปดาห์ละ
9 คาบ เวลาที่ใช้ในการทดลอง 4 สัปดาห์ โดยทุกแผนการสอนประกอบด้วย

- สารสำคัญ
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- เนื้อหาสาระ
- กิจกรรมการเรียนการสอน
- สื่อการเรียนการสอน

- การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

1.3 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหา จุดประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.4 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อนำไปทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

2. การสร้างแผนการสอนตามปกติ

เป็นแผนการสอนที่สร้างขึ้น โดยใช้แผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เป็นแนวทางในการสร้างแผนการสอน ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องแสง และศึกษาแผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เนื้อหาหน่วยที่ 6 พลังงาน และสารเคมี หน่วยย่อยที่ 2 แสง

2.2 สร้างแผนการสอนตามรายคาบ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับเนื้อหาจำนวน 10 แผนการสอน ใช้เวลาสอน 39 คาบ คาบละ 20 นาที สอนสัปดาห์ละ 9 คาบ เวลาที่ใช้ในการทดลอง 4 สัปดาห์ โดยทุกแผนการสอนประกอบด้วย

- สาระสำคัญ
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- เนื้อหาสาระ
- กิจกรรมการเรียนการสอน
- สื่อการเรียนการสอน
- การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน

2.3 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหา จุดประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2.4 นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไขพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อนำไปทดลองสอนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างข้อสอบ ได้แก่ เทคนิคการเขียนข้อทดสอบของ ชาวาล แพร์ตกุล (2520 : 11-406) เทคนิคการเขียนคำถามเลือกตอบ ของ ชาวาล แพร์ตกุล (2521 : 52-386)

3.2 ศึกษาคู่มือกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 5 ในเนื้อหาเกี่ยวกับการทดลองวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวกับการทดลองอื่นๆ

3.3 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.4 นำแบบทดสอบเสนอต่อคณะกรรมการผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

3.5 นำผลจากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ โดยใช้สูตร การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วจึงคัดเลือกเฉพาะข้อสอบ ข้อที่มีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 117)

3.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ของโรงเรียนบ้านนาทวิ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอนาทวิ จังหวัดสงขลา

3.7 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544 : 183) แล้วจึงคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีความยากระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 - 1.0 จำนวน 20 ข้อ

3.8 นำแบบทดสอบ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน ใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .71

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ก่อนการทดลอง

1.1 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ แผนการสอนตามปกติ แผนการสอนการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ สื่อการสอน คู่มือครู

1.2 ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลองต่อผู้บังคับบัญชาของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

1.3 เตรียมนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่จะเข้ารับการทดลอง ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

1.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ไปทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนทดลองสอน

2. การทดลอง

ดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยแผนการสอนการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ และสอนกลุ่มควบคุมด้วยแผนการสอนตามปกติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเวลา 4 สัปดาห์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 วัน เดือน ปี ที่ใช้แผนการสอนโดยใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบและ
แผนการสอนตามปกติ

สัปดาห์	แผนการสอน	วัน เดือน ปี	กลุ่ม	เวลา
1	1 แหล่งกำเนิดแสง	19 ก.พ. 2545	1	12.30น. - 13.30น.
	1 แหล่งกำเนิดแสง	20 ก.พ. 2545	2	10.30น. - 11.30น.
	2 แสงเคลื่อนที่อย่างไร	21 ก.พ. 2545	2	10.30น. - 11.30น.
	2 แสงเคลื่อนที่อย่างไร	22 ก.พ. 2545	1	08.30น. - 09.30น.
	3 แสงเคลื่อนที่อย่างไร	22 ก.พ. 2545	2	12.30น. - 13.30น.
2	3 แสงเคลื่อนที่อย่างไร	27 ก.พ. 2545	1	12.30น. - 13.30น.
	4 ประเภทของตัวกลาง	27 ก.พ. 2545	2	09.30น. - 11.30น.
	5 การเกิดเงา	28 ก.พ. 2545	2	09.30น. - 11.30น.
	4 ประเภทของตัวกลาง	1 มี.ค. 2545	1	08.30น. - 10.30น.
	6 การสะท้อนของแสง	1 มี.ค. 2545	2	12.30น. - 14.30น.
3	5 การเกิดเงา	4 มี.ค. 2545	1	08.30น. - 10.30น.
	6 การสะท้อนของแสง	5 มี.ค. 2545	1	12.30น. - 14.30น.
	7 การหักเหของแสง	6 มี.ค. 2545	2	10.30น. - 11.30น.
	8 การหักเหของแสง	7 มี.ค. 2545	2	10.30น. - 11.30น.
	7 การหักเหของแสง	8 มี.ค. 2545	1	08.30น. - 09.30น.
	9 แสงอาทิตย์	8 มี.ค. 2545	2	12.30น. - 13.30น.
4	8 การหักเหของแสง	11 มี.ค. 2545	1	08.30น. - 09.30น.
	9 แสงอาทิตย์	12 มี.ค. 2545	1	12.30น. - 13.30น.
	10 รุ้งกินน้ำ	13 มี.ค. 2545	2	10.30น. - 11.30น.
	10 รุ้งกินน้ำ	15 มี.ค. 2545	1	08.30น. - 09.30น.

หมายเหตุ กลุ่มที่ 1 สอนด้วยวิธีสอนโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิดอย่างรอบคอบ

กลุ่มที่ 2 สอนด้วยวิธีสอนตามปกติ

3. หลังทดลอง

3.1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ไปทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองสอนแล้ว

3.2 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539 : 249)

2. หากคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ITEM ของอาจารย์ทวี ทองคำ ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี มีรายละเอียดในการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 หาค่าดัชนีความยากและค่าดัชนีอำนาจจำแนก โดยใช้สูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544 : 183)

2.2 หาค่าดัชนีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2536 : 168)

3. หาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 59) ของคะแนนความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536: 64) ของคะแนนความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนสอนกับหลังสอน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ชนิดกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Kohout, 1974 : 351)

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสรุปผลการทดลอง วิทยาศาสตร์หลังสอน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบที (t – test) ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่สัมพันธ์กัน (Kohout, 1974 : 347)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 หาคุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีดั้งเดิม หาค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ITEM ของอาจารย์ทวี ทองคำ ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

1.2.1 อำนาจจำแนก (D) โดยใช้สูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544 : 183)

$$D = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{ or } N_L}$$

เมื่อ R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
N_L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

1.2.2 ค่าความยาก (P) โดยใช้สูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544 : 183)

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ	R_H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

1.2.3 หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder- Richardson) โดยใช้สูตร KR -20 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2536 : 168)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือ $1 - p$
	s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 หาค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 59)

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

เมื่อ \bar{x} แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนข้อมูล

2.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 64)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ s แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบที (t-test) ชนิดกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Dependent Sample) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนสอนกับหลังสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้สูตร (Kohout, 1974 : 351)

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

เมื่อ	D	แทน	ผลต่างระหว่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

3.2 การทดสอบที (t-test) ชนิดตัวอย่างไม่สัมพันธ์กัน (Independent Samples)
 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสรุปผลการทดลองวิทยาศาสตร์
 หลังสอน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้สูตร (Kohout, 1974 : 343)

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	\bar{x}_1, \bar{x}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ
	s_1^2, s_2^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมตามลำดับ
	n_1, n_2	แทน	จำนวนคนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมตามลำดับ