

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการสอนแบบโครงงาน วิทยาศาสตร์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ระหว่างวิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์และวิธีสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง แบบแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การรวบรวมข้อมูล วิธีดำเนินการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวนทั้งสิ้น 165 คน ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1	จำนวน	30 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2	จำนวน	35 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3	จำนวน	30 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4	จำนวน	35 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/5	จำนวน	35 คน

โดยมีเหตุผลในการเลือกโรงเรียนนาสาร ดังนี้

1. เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารและคณาจารย์เห็นความสำคัญของการวิจัย
2. เป็นโรงเรียนที่มีสถิติการมาเรียนของนักเรียนสูง
3. เป็นโรงเรียนที่มีจำนวนห้องเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 มากกว่า 1 ห้องเรียนขึ้นไปและมีนักเรียนมากเพียงพอสำหรับการวิจัย
4. เป็นโรงเรียนที่จัดห้องเรียนแบบคละ โดยมีนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนคละกันไป

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนนาสาร สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 2 ห้องเรียน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Choose) โดยเลือกจากห้องเรียนที่มีคะแนนการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน 2 ห้องเรียน แล้วทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม สุ่มเลือกเป็นกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมอย่างละ 1 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนกลุ่มละ 35 คน รวม 70 คน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบสุ่มกลุ่มควบคุมที่มีการสอบก่อนและหลังการทดลอง (Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design) ซึ่งมีรูปแบบ ดังนี้ (แก้ว สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 248 - 249)

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง แบบสุ่มกลุ่มควบคุมที่มีการทดสอบก่อนและหลัง

Random Assigned	Pretest	Treatment	Posttest
R Experiment Group	T ₁	X	T ₂
R Control Group	T ₁	-	T ₂

เมื่อ	R	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาแบบสุ่ม
	T ₁	หมายถึง	การทดสอบก่อนการสอน
	X	หมายถึง	การสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์
	T ₂	หมายถึง	การทดสอบหลังการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แบบบันทึก (Diary) และแผนการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการวัด ซึ่งได้เลือกทักษะกระบวนการที่ผู้วิจัยคิดว่าเหมาะสมกับวิธีการสอนแบบโครงการวิทยาศาสตร์ 7 ทักษะ คือ

- 1.1.1 ทักษะการสังเกต
- 1.1.2 ทักษะการจำแนกประเภท
- 1.1.3 ทักษะการลงความเห็นข้อมูล
- 1.1.4 ทักษะการตั้งสมมุติฐาน
- 1.1.5 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 1.1.6 ทักษะการทดลอง
- 1.1.7 ทักษะการตีความและลงข้อสรุป

1.2 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ทักษะ ดังกล่าวข้างต้นจากคู่มือและเอกสารต่างๆ

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของดวงจิต สุขสุเมฆ (2527 :127-144) วัฒนา สิงหานุวัฒน์ (2533 :325-338) พัทธา จิตรเพ็ชร (2535 : 128-149) ประเสริฐ ขุนชำนาญ (2535 : 254-259) นิชา วิชัยคิมฐ์ (2538 : 254-259) เกษร ไร่บางยาง (2538 :170-192) และ อนุวัฒน์ กระจ่าง (2543 : 201-204) มาพัฒนาและดัดแปลงให้เหมาะสมซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

1.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ ภาษาที่ใช้และพิจารณาสิ่งที่ควรแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มประชากร จำนวน 165 คน

1.6 นำข้อมูลคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยเลือกแบบทดสอบที่มีความยากระหว่าง 0.27 – 0.65 มีค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.25 – 0.55 และหาความเชื่อมั่น ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.78

1.7 นำคะแนนจากแบบทดสอบที่ผ่านการหาคุณภาพเครื่องมือแล้วจากประชากร 5 ห้องเรียน มาทำการเลือกแบบเจาะจง 2 ห้องเรียนที่มีคะแนนจากการทดสอบใกล้เคียงกันที่สุด เพื่อสุ่มเลือกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่อไป

1.8 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้จริงมาแบ่งเป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 จำนวน 24 ข้อ ฉบับที่ 2 จำนวน 18 ข้อ รวม 42 ข้อ แยกเป็นรายทักษะ ทักษะละ 6 ข้อเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

2. การสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดำเนินการ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและคู่มือที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยนำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของอัญชลี นพภาภักย์ (2543) มาปรับให้เหมาะสมมีจำนวนข้อทดสอบ 46 ข้อ เป็นข้อความเชิงบวก (Positive) จำนวน 22 ข้อ และเป็นข้อความเชิงลบ (Negative) จำนวน 24 ข้อ โดยเป็นแบบวัดเจตคติแบบมาตราส่วนประเมินค่าชนิด 5 สเตจ ที่สร้างตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert Scale) ซึ่งกำหนดการประเมินค่าของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เชิงบวก ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เท่ากับ	5	คะแนน
เห็นด้วย	เท่ากับ	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	เท่ากับ	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	เท่ากับ	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เท่ากับ	1	คะแนน

และกำหนดการประเมินค่าของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เชิงลบ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เท่ากับ	1	คะแนน
เห็นด้วย	เท่ากับ	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ	เท่ากับ	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	เท่ากับ	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เท่ากับ	5	คะแนน

3. แบบบันทึก (Diary) เป็นการบันทึกพฤติกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการทดลอง ซึ่งจะทำให้การบันทึกอย่างละเอียดทุกครั้งหลังการเรียนการสอน โดยแบ่งการบันทึกเป็น 2 ตอน คือการบันทึกตามสภาพจริง และการบันทึกแบบตีความ

4. การสร้างแผนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสร้างแผนการสอนที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู คู่มือการวัดผลประเมินผล และศึกษาความรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาและประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาพและความพร้อมของนักเรียนและโรงเรียนที่ทำการวิจัย เพื่อสร้างแผนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์

4.2 กำหนดแผนการสอนและสร้างแผนการสอน จำนวน 10 แผน ใช้เวลาสอน 30 คาบ คาบละ 20 นาที รวม 7 สัปดาห์ โดยทุกแผนการสอนจะประกอบด้วย

4.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้

4.2.2 เนื้อหาสาระ

4.2.3 กิจกรรมในการเรียนการสอน สื่ออุปกรณ์ เวลาในการสอน

4.2.4 การประเมินผลการเรียนการสอน

4.3 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) จุดประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและความถูกต้องทางการใช้ภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขอนหนังสือจากภาคการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี เพื่อขอความร่วมมือจากโรงเรียนนาสาร สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เป็นประชากรกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาคุณภาพเครื่องมือของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการทดลองสอน

2. นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1 มาวิเคราะห์และตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือโดยปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

3. ร่วมกำหนดวัน เวลา ในการทดลองสอนและเก็บข้อมูลการวิจัยกับโรงเรียนนาสารซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง

4. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปทดสอบก่อนสอนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5. ทำการทดลองวิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลอง ตามวัน เวลา ที่กำหนด โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนในชั่วโมงเรียนของวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบปกติโดยครูผู้สอนประจำวิชา

6. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปทดสอบหลังสอนกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง

การดำเนินการทดลอง

1. ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยเตรียมการก่อนการทดลอง ดังนี้

1.1 การเตรียมตัวของครูผู้สอน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยศึกษาแผนการสอน เตรียมสื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์ที่ต้องใช้ วิธิดำเนินการสอนและการประเมินผลสำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.2 ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ที่ดำเนินการทดลองต่อผู้บังคับบัญชาของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

1.3 เตรียมนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่จะเข้ารับการทดลอง ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.4 จัดทำรายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.5 เตรียมสถานที่ โดยจัดสภาพห้องเรียนและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมและเอื้ออำนวยในการสอนทุกครั้ง

1.6 ทำการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง (Pre Test) สำหรับกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. การทดลอง มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ทำการสอนด้วยวิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มทดลอง ตามแผนการสอนที่จัดทำไว้ตามลำดับ ส่วนการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ครูผู้สอนประจำวิชาเป็นผู้สอนกลุ่มควบคุม โดยสอนตั้งแต่วันที่ 24 มกราคม 2544 ถึงวันที่ 10 มีนาคม 2544 รวม 7 สัปดาห์ ปรากฏ ดังตาราง 4

ตาราง 4 วัน เดือน ปีที่ใช้แผนการสอนแบบโครงการงานวิทยาศาสตร์

สัปดาห์ที่	แผนการสอนที่	วัน เดือน ปี ที่สอน	เวลา
1	1	24 มกราคม 2544	10.30-11.30 น.
	2	25 มกราคม 2544	12.30-13.30 น.
2	3	29 มกราคม 2544	10.30-11.30 น.
	4	31 มกราคม 2544	10.30-11.30 น.
	5	1 กุมภาพันธ์ 2544	12.30-13.30 น.
3	6	5 กุมภาพันธ์ 2544	10.30-11.30 น.
	7	7 กุมภาพันธ์ 2544	10.30-11.30 น.
4	-	8-20 ก.พ. 2544	(นักเรียนทำโครงการงานฯ นอกเวลาเรียน) 10.30-11.30 น.
			12.30-13.30 น.
5	8	21 กุมภาพันธ์ 2544	
	9	22 กุมภาพันธ์ 2544	
6	-	23 ก.พ.-9 มี.ค.2544	(นักเรียนทำโครงการงานฯ นอกเวลาเรียน) 10.30-11.30 น.
7	10	10 มีนาคม 2544	

หมายเหตุ วันที่ 14-16 ก.พ. 2544 นักเรียนหยุดเรียนเพื่อทำกิจกรรมเข้าค่ายลูกเสือ ตารางนี้เป็นตารางแสดง การเรียนการสอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ในเวลาเรียน ส่วนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์นอกเวลาเรียน นักเรียนจะใช้เวลาในช่วงเช้าก่อนเข้าเรียน ช่วงพักกลางวัน ช่วงว่างระหว่างวัน และก่อนเลิกเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ อยู่ประจำในช่วงเวลาดังกล่าวเพื่อคอยช่วยเหลือและเป็นที่ปรึกษาให้กับนักเรียน โดยมีครูผู้สอนประจำวิชา สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตร่วมเป็นที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วย

2.2 การสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มละ 3 โครงงาน เป็น โครงงานประเภทการทดลอง 2 โครงงาน โครงงานประเภทการสำรวจ 1 โครงงาน เมื่อเสร็จสิ้นแต่ละโครงงานจะมีการประเมินโครงงานโดยนักเรียนและครูที่ปรึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงโครงงานวิทยาศาสตร์ครั้งต่อไปให้ดีขึ้น

3. หลังทดลอง

นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับเดิม ไปทดสอบหลังสอน (Post Test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อการเรียนการสอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เสร็จสิ้นแล้ว

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยมีขั้นตอน ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่ามัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนสอนและหลังสอน
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนสอนและหลังสอนโดยใช้การทดสอบที (t - test) ชนิดตัวอย่างประชากรสัมพันธ์กันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังสอนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบที (t - test) ชนิดตัวอย่างประชากรไม่สัมพันธ์กัน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

1.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (Bergman, 1981 : 232)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าค่าดัชนี IOC ที่คำนวณได้มีค่าระหว่าง 0.5 – 1.00 พฤติกรรมข้อย่อยนั้นก็จะสอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการหรือเจตคติในขั้นนั้น ถ้าพฤติกรรมข้อย่อยใดมีค่าดัชนีต่ำกว่า 0.5 พฤติกรรมข้อย่อยนั้นจะถูกตัดออกไปหรือนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

1.2 ค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ใช้สูตร (Gronlun & Linn, 1990 : 249)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

1.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ ใช้สูตร (Gronlun & Linn, 1990 : 250)

$$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
 R_U แทน จำนวนผู้ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

1.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder – Richardson 20) (Ebel and Frisbie , 1986 : 77)

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

เมื่อ r_{tt}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
p	แทน	สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ
q	แทน	สัดส่วนของคนตอบผิด ($1 - p$)
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน

2.1 มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic mean) ใช้สูตร (Ferguson, 1981 : 49)

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

เมื่อ \bar{x}	แทน	มัชฌิมเลขคณิต
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนดิบ
n	แทน	จำนวนข้อมูล

2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (Ferguson, 1981 : 68)

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

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนข้อมูล

2.3 การทดสอบที (t-test) ชนิดตัวอย่างประชากรสัมพันธ์กัน (Dependent Samples)

ใช้สูตร (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

2.4 การทดสอบที (t-test) ชนิดตัวอย่างประชากรไม่สัมพันธ์กัน (Independent Samples) ใช้สูตรซึ่งมี 2 กรณี ดังนี้ คือ

2.4.1 ถ้าทดสอบความแปรปรวนแล้ว ความแปรปรวนทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน

ใช้สูตร (Kohout, 1974 : 343)

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

2.4.2 ถ้าทดสอบความแปรปรวนแล้ว ความแปรปรวนทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน

ใช้สูตร (Kohout, 1974 : 347)

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

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

เมื่อ \bar{X}_1, \bar{X}_2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 หมายถึง ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุมตามลำดับ

n_1, n_2 หมายถึง จำนวนคนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับ