# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และพัฒนาบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน โดยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวิจัยดังนี้

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนคีรีรัฐวิทยาคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 52 คน

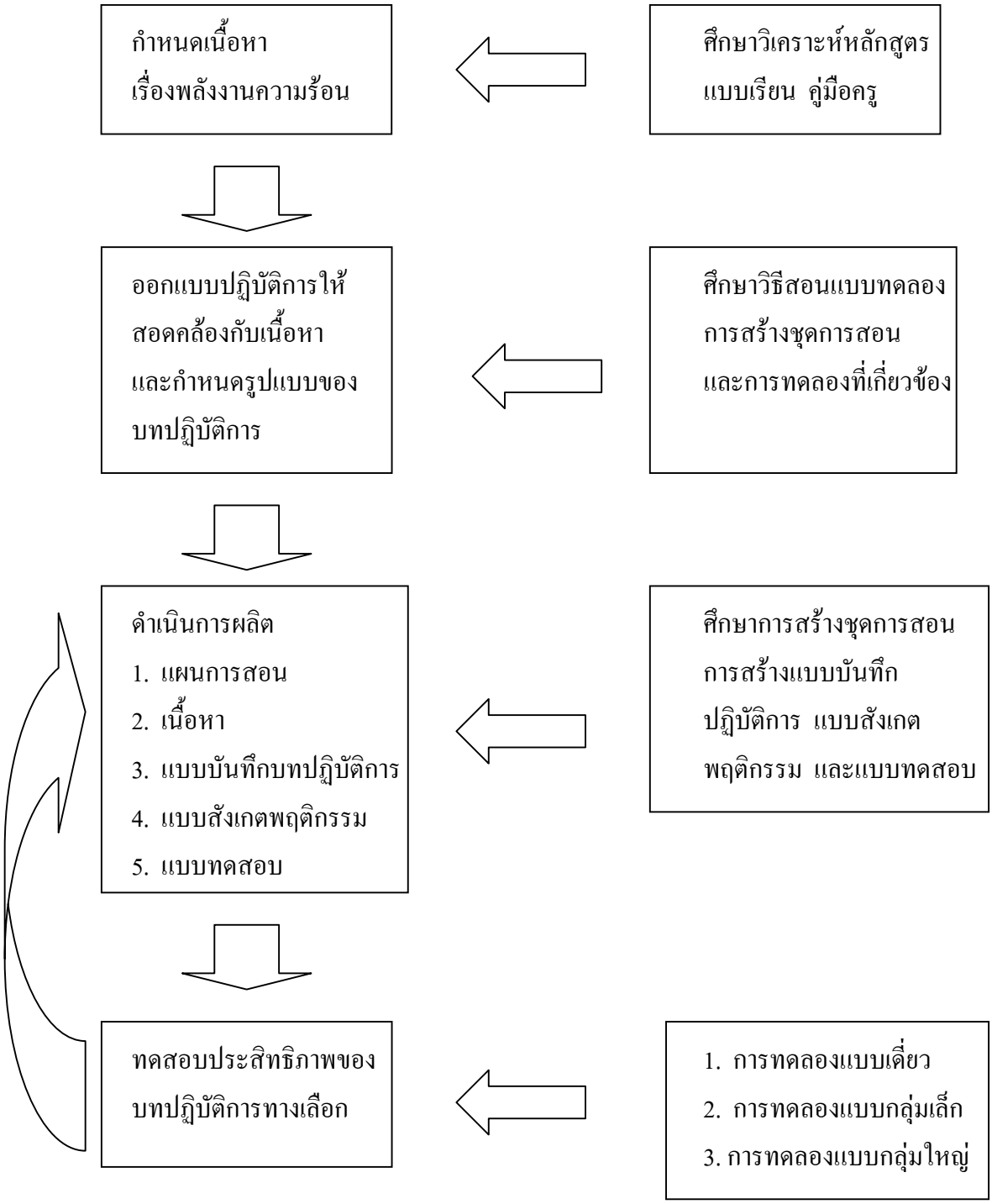
### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบท้ายบทปฏิบัติการ
2. แบบสังเกตพฤติกรรม

### การสร้างบทปฏิบัติการทางเลือก

1. บทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน

การสร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของ สสวท. และดำเนินการตามภาพประกอบ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้




ภาพประกอบ 3 แผนภาพการสร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน

1.1 ศึกษา วิเคราะห์หลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการทดลองและปฏิบัติการทดลอง เรื่องพลังงานความร้อน ตามหลักสูตร

1.2 ศึกษาวิธีการสอนแบบทดลองและการสร้างชุดการสอนเพื่อสร้างบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน จำนวน 5 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับครู ประกอบด้วย

1. คำชี้แจง
2. แผนการสอน
3. แบบสังเกตพฤติกรรม
4. เฉลยแบบทดสอบ

ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับนักเรียน

1. บัตรรายการวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
2. บัตรคำสั่ง
3. แบบฝึกหัด
4. แบบบันทึกบทปฏิบัติการ
5. แบบทดสอบท้ายบทปฏิบัติการ

1.3 นำบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขในด้านรูปแบบกิจกรรมการทดลอง ตลอดจนความชัดเจน และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

1.4 นำบทปฏิบัติการทางเลือกจากข้อ 1.3 ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขในด้านรูปแบบกิจกรรมการทดลอง ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการทดลองกับสาระการเรียนรู้ ตลอดจนความชัดเจน และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

1.5 นำบทปฏิบัติการทางเลือกที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจแก้ไขอีกครั้ง ก่อนนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทางเลือก โดยดำเนินการดังนี้

1.5.1 การทดลองแบบเดี่ยว เป็นการนำบทปฏิบัติการทางเลือก ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มสูง กลุ่มกลางและกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 1 คน คำนวณหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมและบันทึกข้อบกพร่อง รวมทั้งข้อสงสัยต่างๆ ของนักเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้บทปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพ และมีความสมบูรณ์แล้วนำไปทดลองใช้ต่อไป

1.5.2 การทดลองแบบกลุ่ม เป็นการนำบทปฏิบัติการทางเลือกที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับนักเรียน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย จากการทดลองดังกล่าวผู้วิจัยคำนวณหาประสิทธิภาพและนำผลการสังเกตพฤติกรรม ข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์ แล้วนำไปทดลองภาคสนามและทดลองหาประสิทธิภาพต่อไป

1.5.3 การทดลองแบบสนาม เป็นการนำบทปฏิบัติการทางเลือกที่ได้ปรับปรุงแก้ไขจากข้อ 1.5.1 และ 1.5.2 แล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ซึ่ง ได้จากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยแบ่งนักเรียนกลุ่มทดลองออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม และนักเรียนปฏิบัติการทดลองตามบทปฏิบัติการทางเลือกแต่ละบท โดยผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตพฤติกรรม นำคะแนนที่ได้จากการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด แบบรายงานบทปฏิบัติการ และแบบทดสอบมาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทางเลือกแต่ละบท

2. แบบทดสอบท้ายบทปฏิบัติการ

แบบทดสอบท้ายบทปฏิบัติการก็คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง แบ่งหัวข้อเรื่องตามบทปฏิบัติการได้ 5 ชุด คือ

ชุดที่ 1 เรื่องอุณหภูมิ หน่วยวัด และค่าของพลังงานความร้อน

ชุดที่ 2 เรื่องการถ่ายโอนความร้อน

ชุดที่ 3 เรื่องสมดุลความร้อน

ชุดที่ 4 เรื่องแหล่งของพลังงานความร้อน

ชุดที่ 5 เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร

โดยแต่ละชุดมีวิธีดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษา วิเคราะห์หลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ เรื่องพลังงานความร้อน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุธศักราช 2521 และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ซึ่งสอดคล้องกับแผนการสอนที่เป็นส่วนประกอบของบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อนในข้อที่ 1

2.2 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยพิจารณาลักษณะของเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียน ได้สัดส่วนการออกข้อสอบเรื่องพลังงานความร้อนดังตาราง 1

ตาราง 1 วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อออกข้อสอบ เรื่องพลังงานความร้อน

| จุดมุ่งหมาย / เนื้อหา | ความรู้-ความจำ | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การสังเคราะห์ | การประเมินค่า | รวม | อันดับความสำคัญ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.อุณหภูมิ หน่วยวัด และค่าของพลังงานความร้อน | 2 | 3 | 7 | - | - | - | 12 | 4 |
| 2.การถ่ายโอนความร้อน | 6 | 6 | 5 | 2 | - | 3 | 22 | 3 |
| 3.สมดุลความร้อน | 2 | 3 | 5 | - | - | - | 10 | 5 |
| 4.แหล่งของพลังงานความร้อน | 8 | 8 | 17 | - | - | - | 33 | 1 |
| 5.ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร | 5 | 5 | 13 | - | - | - | 23 | 2 |
| รวม | 23 | 25 | 47 | 2 | - | 3 | 100 | |
| อันดับความสำคัญ | 3 | 2 | 1 | 5 | - | 4 | | |

2.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบบทดสอบเป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แบ่งเป็น เรื่อง อุณหภูมิ หน่วยวัด และค่าของพลังงานความร้อน 5 ข้อ เรื่องการถ่ายโอนความร้อน 9 ข้อ เรื่องสมดุลความร้อน 4 ข้อ เรื่องแหล่งพลังงานความร้อน 13 ข้อ และเรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร 9 ข้อ

2.4 พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้วิธีของโรวิเนลลี่และแฮมเบิลตัน ดังตัวอย่างแบบการประเมินดังนี้

ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาเรื่องพลังงานความร้อน

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าแต่ละข้อต่อไปนี้วัดได้ตรงกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นๆ หรือไม่

ถ้าท่านมั่นใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามเนื้อหาเรื่องพลังความร้อนแต่ละหัวข้อให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน 1

ถ้าท่านไม่มั่นใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามเนื้อหาเรื่องพลังความร้อนแต่ละหัวข้อให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน 0

ถ้าท่านมั่นใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามเนื้อหาเรื่องพลังความร้อนแต่ละหัวข้อให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน -1

| เนื้อหา | ข้อสอบ | คะแนนการพิจารณา | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 0 | -1 |
| 1.อุณหภูมิ หน่วยวัด และค่าของ พลังงาน ความร้อน | 1. การสร้างเทอร์มอมิเตอร์ปรอทและเทอร์มอมิเตอร์แอลกอฮอล์ใช้หลักการอะไร<br>ก. ความร้อนวัดได้จากระดับของเหลว<br>ข. ของเหลวขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน<br>ค. สีของของเหลวบอกถึงปริมาณความร้อน<br>ง. ของเหลวเคลื่อนที่ไปมาเมื่อได้รับความร้อน | ……. | ……. | ……. |
| | 2. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับจุดเยือกแข็งและจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ภายใต้ความดันบรรยากาศ<br>ก. จุดเยือกแข็ง 373 เคลวิน<br>ข. จุดเดือด 212 องศาเซลเซียล<br>ค. จุดเดือด 100 องศาฟาเรนไฮต์<br>ง. จุดเยือกแข็ง 32 องศาฟาเรนไฮต์ | ……. | ……. | ……. |

นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มาหาค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยถือเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบข้อนั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อนได้จริง

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเรียนเรื่องพลังงานความร้อน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมาแล้วจำนวน 40 คน

2.6 นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบดังนี้

2.6.1 หาค่าความยากของข้อสอบรายข้อโดยใช้เทคนิค 50 % โดยกำหนดเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบให้มีความยากตั้งแต่ .20 - .80

2.6.2 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยใช้สูตรอย่างง่ายของจอห์นสัน เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบให้มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

2.6.3 หาความตรงเชิงเนื้อหาจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งดำเนินการในข้อ 2.4

2.6.4 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจากข้อ 2.6.1 – 2.6.3 โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20)

**วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยโดย

1. ผู้วิจัยทำการสอนตามแผนการสอน
2. นักเรียนปฏิบัติตามบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน แต่ละชุด พร้อมทั้งทำแบบรายงานปฏิบัติการและแบบฝึกหัด
3. ผู้วิจัยสังเกตและบันทึกผลประเมินผลการปฏิบัติตามบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน แต่ละชุด
4. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน
5. ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบในข้อ 4

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

**การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้คือการหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้สูตร $E_1/E_2$**

**$E_1$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบรายงานบทปฏิบัติการและแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติตามบทปฏิบัติการ**

$E_2$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนจบบทปฏิบัติการ

$E_1/E_2$ มีค่าตั้งแต่ 80/80 ขึ้นไป หมายความว่าประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ชุดนั้น มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้

**สถิติที่ใช้ในการวิจัย**

1. สถิติในการหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร $E_1/E_2$ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2544 : 166)

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

เมื่อ $E_1$ แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่มอบหมาย

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมทุกชุดรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียน

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

เมื่อ $E_2$ แทน ประสิทธิภาพของชุดการสอนในการเปลี่ยนพฤติกรรมนักเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องตามวิธีของโรวิเนลลี่ และแฮมเลิลตัน (ปราณี ทองคำ, 2539 : 232)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ กับจุดประสงค์

$\Sigma R$ แทน ผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. หาค่าความยากง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรการคำนวณอย่างง่าย (Gronlund & Linn, 1990 : 249)

$$P = R/T$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น

T แทน จำนวนผู้เข้าสอบข้อนั้นทั้งหมด

3. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อโดยวิธีการวิเคราะห์อย่างง่ายของจอห์นสัน มีสูตรในการคำนวณดังนี้ (Gronlund & Linn, 1990 : 250)

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

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$R_U$ แทน จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มสูง (Upper group)

$R_L$ แทน จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มต่ำ (Lower group)

N แทน จำนวนผู้สอบที่นำมาวิเคราะห์

4. หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Mehrens & Lehmann, 1984 : 276)

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

เมื่อ $r_{tt}$ แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

$k$ แทน จำนวนข้อของข้อสอบ

$p$ แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

$q$ แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

$S_t^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด