

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการทางเลือกสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา โดยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแพงหนองเหนือ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 58 คน ซึ่งจัดนักเรียนคละกลุ่มสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแพงหนองเหนือ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ 12 บทปฏิบัติการ ประกอบด้วย 1) สมบัติของแก๊ส 2) สมบัติของเหลว

3) สมบัติของของแข็ง 4) การจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนด 5) การแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการร่อน 6) การแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการการตกตะกอน 7) การแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการการกรอง 8) การแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการระเหิด 9) การแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการระเหยแห้ง 10) การสำรวจและจำแนกประเภทของสารต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน 11) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสาร 12) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีสาร (ตัวอย่างบทปฏิบัติการ ดังภาคผนวก ก)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ (ภาคผนวก ข)

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 50 ข้อ (ภาคผนวก ค)

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ฉบับ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด ประกอบด้วยข้อรายการ 20 ข้อ (ภาคผนวก ง)

## การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยแต่ละประเภทดังนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขั้นตอนประกอบด้วย

### 1.1 การวิเคราะห์

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา

1.1.2 วิเคราะห์หลักสูตร กำหนดขอบข่ายการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยจัดตามลำดับกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนกำหนดรูปแบบในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน

1.1.3 ศึกษาหลักการ วิธีการ ทฤษฎี และเทคนิคการสร้างบทเรียนบนเครือข่าย จากเอกสารต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ประถมศึกษา โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 24 ชั่วโมง ซึ่งมีเนื้อหาสาระ ประกอบด้วย

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องสมบัติของแก๊ส	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่องสมบัติของของเหลว	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องสมบัติของของแข็ง	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่องการจำแนกสารตามเกณฑ์	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่องการแยกสารโดยการร่อน	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่องการแยกสารโดยการตกตะกอน	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องการแยกสารโดยการกรอง	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่องการแยกสารโดยการระเหิด	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่องการแยกสารโดยการระเหย	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่องการจำแนกสารในชีวิตประจำวัน	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 11 เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสาร	1 ชั่วโมง
บทปฏิบัติการที่ 12 เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร	1 ชั่วโมง

1.2 การออกแบบ ผู้วิจัยได้ออกแบบ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ออกแบบ ขอบข่ายของการศึกษา ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการฝึก รวมถึงแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างบทปฏิบัติการและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

บทที่	ชื่อชุดปฏิบัติการ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		การสังเกต	การวัด	การ จำแนก	ความ สัมพันธ์ สเปส กับสเปส	การคำนวณ	การจัดทำ สื่อข้อมูล	การลง ความเห็น จากข้อมูล	ทักษะ การพยากรณ์
1	สมบัติของแก๊ส	✓			✓				✓
2	สมบัติของของเหลว	✓							✓

บทที่	ชื่อชุดปฏิบัติการ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		การสังเกต	การวัด	การ จำแนก	ความ สัมพันธ์ สเปส กับสเปส	การคำนวณ	การจัดทำ สื่อข้อมูล	การลง ความเห็น จากข้อมูล	ทักษะ การพยากรณ์
3	สมบัติของของแข็ง	✓							✓
4	การจำแนกสารเป็น กลุ่ม โดยใช้สถานะ หรือเกณฑ์อื่นที่ กำหนด	✓		✓				✓	✓
5	การแยกสารบางชนิด ที่ผสมกันโดยการร่อน	✓							✓
6	การแยกสารบางชนิด ที่ผสมกันโดยการ ตกตะกอน	✓						✓	✓
7	การแยกสารโดยการ กรอง	✓						✓	✓
8	การแยกสารบางชนิด ที่ผสมกันโดยการ ระเหิด	✓						✓	✓
9	การแยกสารโดยการ ระเหยแห้ง	✓						✓	✓
10	การจำแนกสารใน ชีวิตประจำวัน	✓			✓				✓
11	การเปลี่ยนแปลงทาง กายภาพของสาร						✓		
12	การเปลี่ยนแปลงทาง เคมีของสาร					✓		✓	

### 1.3 การพัฒนา ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนา ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

#### 1.3.1 การเตรียมการประกอบด้วย

- 1) การศึกษาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ออกแบบขอบข่ายของ  
การศึกษาตัวชี้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการฝึก
- 2) การเตรียมสื่อประกอบในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่  
ออกแบบขอบข่ายของการศึกษา ตัวชี้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ และทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์ที่ต้องการฝึก

3) การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารประกอบ ได้แก่คู่มือการใช้ นำบทเรียนให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบหาข้อบกพร่องแล้วนำบทปฏิบัติการปรับปรุงแก้ไขให้บทเรียนมีความสมบูรณ์

1.4 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ แนะนำ ปรับปรุง และแก้ไข

1.5 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว และแบบประเมินความเหมาะสมบทปฏิบัติการ เรื่อง สารรอบตัวเรา (ภาคผนวก จ) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1.5.1 อาจารย์ ดร. ปณิตดา แทนสุโพธิ์ อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.5.2 อาจารย์ ดร. ฌานุกรณ์ ทับทิมใส วุฒิกการศึกษา วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.5.3 นางสาวนีย์ โททะสังข์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือประกอบการสอนแล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมของเนื้อหา จำนวน 3 ครั้ง และใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของบุญชม ศรีสะอาด (2545 : 99-100) ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

เหมาะสมดีมาก	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมดี	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมพอใช้	ให้	2	คะแนน
ควรแก้ไข	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์แปลความหมาย

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	หมายถึง	อยู่ในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	หมายถึง	อยู่ในระดับดี
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	หมายถึง	อยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	หมายถึง	อยู่ในระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง อยู่ในระดับควรแก้ไข

ผลการประเมินพบว่าความเหมาะสมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X}=4.28$ ) ดังภาพผนวก จ

1.7 ขั้นทดลองใช้ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อหาข้อบกพร่องและทำการปรับปรุงบทเรียนเป็นการประเมินบทเรียนเบื้องต้นดังนี้

1.7.1 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับประชากรนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองบอน อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาใหม่มาก่อนและที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง ปานกลางและต่ำ จำนวน 3 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากจากกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง กลางและต่ำระดับละ 1 คนโดยใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาเป็นเกณฑ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและข้อบกพร่องของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียนแล้วสรุปผลทดลองใช้เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขนำเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ก่อนนำไปทดลองในลำดับต่อไป

1.7.2 ขั้นประเมิน ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้ปรับปรุงสมบูรณ์แล้วนำไปประเมินคุณภาพแล้ว จัดทำบทปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ไปทดลองกับผู้เรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน โรงเรียนบ้านแพงหนองเหนือ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

**2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6** ขั้นตอนประกอบด้วย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งหมด 50 ข้อ ประกอบด้วย เรื่อง สมบัติของแก๊ส สมบัติของของเหลวสมบัติของของแข็ง การจำแนกสารตามเกณฑ์การแยกสารโดยการร่อน การแยกสารโดยการตกตะกอน การแยกสารโดยการกรอง

การแยกสาร โดยการระเหิดการแยกสาร โดยการระเหยการจำแนกสารในชีวิตประจำวัน  
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสาร และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดี และหาความเที่ยงตรงอำนาจจำแนก  
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วิธีการคิดวิเคราะห์ข้อสอบ

2.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์  
การเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจำนวนข้อทดสอบแบบปรนัย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ ผ่านการคัดเลือก
บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง สมบัติของแก๊ส	5	4
บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของของเหลว	5	4
บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง สมบัติของของแข็ง	5	4
บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การจำแนกสารตามเกณฑ์	5	5
บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การแยกสาร โดยการร่อน	5	4
บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง การแยกสาร โดยการ ตกตะกอน	5	4
บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง การแยกสาร โดยการกรอง	5	4
บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การแยกสาร โดยการระเหิด	5	4
บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การแยกสาร โดยการระเหย	5	4
บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การจำแนกสารใน ชีวิตประจำวัน	5	4
บทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทาง กายภาพของสาร	5	5
บทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ของสาร	5	5
รวม	60	50

2.3 ออกแบบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 50 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นในด้านน้ำหนักของหัวข้อเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน

ประเมินท่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ตามวิธีของ สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 221) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องตามจุดประสงค์ข้อนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องตามตามจุดประสงค์ข้อนั้นหรือไม่

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ข้อนั้น

ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 -1.00 (ภาคผนวก ข)

2.6 การทดลองใช้ นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของข้อสอบกับจุดประสงค์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 48 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านหนองบอน อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว เพื่อหาความยาก อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7 ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อหาความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 50 ข้อ ดังต่อไปนี้

2.7.1 การหาค่าความยากของข้อสอบ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 90) โดยผลการวิเคราะห์ความยาก (P) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.40-0.78 (ภาคผนวก ข)

2.7.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 90) โดยผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.26-0.92 (ภาคผนวก ข)



2.7.3 นำแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ( $r_{cc}$ ) ในกรณีวัดครั้งเดียว นักเรียนกลุ่มเดียวแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของ โลเวท (Lovett Method) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 96) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.91 (ภาคผนวก ซ)

### 3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมทั้งหมด 50 ข้อ เพื่อวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ มีขั้นตอนประกอบด้วย

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดี และหาความเที่ยงตรงอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วิธีการคิดวิเคราะห์ข้อสอบ

3.2 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และจำนวนข้อทดสอบ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและจำนวนข้อ ทดสอบแบบปรนัย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือก
1. ทักษะการสังเกต	-	-
2. ทักษะการวัด	8	7
3. ทักษะการจำแนก	8	7
4. ทักษะการคิดคำนวณ	7	7
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	7	7
6. ทักษะจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายจากข้อมูล	8	7
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	7	4
8. ทักษะการพยากรณ์	7	4
รวม	60	50

3.3 ออกแบบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริง 50 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ (ชุดเดิม) ประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้อง  
ระหว่างข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (IOC) ตามวิธีของ สมนึก  
ภักทิษณีย์. (2546 : 221) ซึ่ง มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องตามทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องตามทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องไม่เป็นไปตามทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีค่า IOC อยู่  
ระหว่าง 0.67 -1.00 (ภาคผนวก ฉ)

3.5 การทดลองใช้ นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง  
ระหว่างข้อคำถามของข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียน  
เรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 48 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านหนอง  
บอน อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว เพื่อหาความยาก อำนาจ  
จำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

3.6 ศึกษาและประเมินผล ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำ  
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่  
6 เพื่อหาความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นดังต่อไปนี้

3.6.1 การหาค่าความยากของข้อสอบมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด.  
2545 : 90) ผลการวิเคราะห์ความยาก (P) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีค่าเท่ากับ 0.40-0.74 (ภาคผนวก ก)

3.6.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 90) ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.31-0.67 (ภาคผนวก ญ)

3.6.3 นำแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ( $KR_{20}$ ) ในกรณีวัดครั้งเดียวนักเรียนกลุ่มเดียวแบบอิงเกณฑ์อิงกลุ่มตามวิธีของ Kuder-Richardson (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 96) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.70 (ภาคผนวก ญ)

#### 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขั้นตอนประกอบด้วย

การพัฒนาบทปฏิบัติการ เรื่อง สารรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาวิธีสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากตำราวัดผลทางการศึกษาของบุญชม ศรีสะอาด (2545 : 112)
2. ผู้วิจัยกำหนดกรอบที่จะสอบถาม โดยแบ่งประเด็นที่จะสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ ได้แก่ ความชัดเจน เข้าใจง่ายของคำชี้แจงในบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ความชัดเจน เข้าใจง่ายของภาษาที่ใช้ในบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมในการเรียน การมีกิจกรรมได้ปฏิบัติในการทดลองจริง การมีกิจกรรมให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และในชั้นเรียน การมีกิจกรรมการวัดประเมินผลการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การมีกิจกรรมการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานการทดลอง การนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

3. ผู้วิจัยพัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบ (Rating Scale) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 112)

พึงพอใจมากที่สุด	ให้	5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้	4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้	3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้	2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

### ระดับคุณภาพ

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนด้านภาษา ด้านเนื้อหาและความเที่ยงตรงของข้อคำถามและทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

5. นำแบบสอบถามความพึงพอใจ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นในด้านน้ำหนักของหัวข้อเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน ประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ตามวิธีของสมนึก กัททิษณี. (2546 : 221) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบสอบถามนั้นใช้ได้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามนั้นใช้ได้หรือไม่

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบสอบถามนั้นไม่ได้ใช้

ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนพบว่า มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 -1.00 (ภาคผนวก ข)

6. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ผ่านการตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ไปใช้สอบถามความพึงพอใจที่ต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการของนักเรียน

## การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

### 1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งใช้แบบแผนการทดลองแบบ Control Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 249) แบบแผนการทดลองมีรายละเอียด ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ก่อนทดลอง Pre - test	ทดลอง Treatment	หลังทดลอง Post - test
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

ความหมายของสัญลักษณ์

E คือ กลุ่มทดลอง

T<sub>1</sub> คือ การวัดก่อนการทดลอง

T<sub>2</sub> คือ การวัดหลังการทดลอง

X<sub>1</sub> คือ การใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

## 2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบ้านแพงหนองเหนือ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม มีลำดับชั้น ดังนี้

2.1 อธิบายขั้นตอนการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.2 ดำเนินการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแผนการเรียน

2.3 หลังจากรับการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา ครบทุกเรื่องทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.4 เก็บข้อมูลความพึงพอใจของเด็กที่ได้รับจากการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ

2.5 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดและวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิธีทางสถิติ

2.6 สรุปผลการทดลอง

## 3. ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองการเรียนรู้อยู่โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 12 เรื่อง ดังรายละเอียดที่ แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วัน/เดือน/ปี	หน่วยย่อยที่	บทปฏิบัติการที่	เรื่อง
	1	1	สมบัติของแก๊ส
	2	2	สมบัติของของเหลว
	3	3	สมบัติของของแข็ง
	4	4	การจำแนกสารตามเกณฑ์
	5	5	การแยกสารโดยการร่อน
	6	6	การแยกสารโดยการตกตะกอน
	7	7	การแยกสารโดยการกรอง
	8	8	การแยกสารโดยการระเหิด
	9	9	การแยกสารโดยการระเหย
	10	10	การจำแนกสารในชีวิตประจำวัน
	11	11	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสาร
	12	12	การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร

### การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามกำหนดระยะเวลาแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่จัดเก็บและรวบรวมมาวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E1/E2 (เผชิญ กิจระการ, 2544 : 44-51)
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test (Independent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 112)
3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยนำผลคะแนนที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยและกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 112) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
4.51 - 5.00	ระดับพึงพอใจมากที่สุด
3.51 - 4.50	ระดับพึงพอใจมาก
2.51 - 3.50	ระดับพึงพอใจปานกลาง
1.51 - 2.50	ระดับพึงพอใจน้อย
1.00 - 1.50	ระดับพึงพอใจน้อยที่สุด

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง สารรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เลือกใช้สถิติ ดังนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ ดังนี้

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 105)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 105) ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \text{S.D.} = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X	แทน	คะแนนแต่ละส่วน
$\sum X$	แทน	ผลรวม
N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 105) ดังนี้

$$\text{สูตร } P = \frac{f}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

## 2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 80/80 โดยการหาค่าสูตร  $E_1/E_2$ ตามสูตร ดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2552 : 135)

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad \text{และ} \quad E_2 = \frac{\sum y}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพกระบวนการด้วยบทปฏิบัติการ
	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของบทปฏิบัติการ
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
	$\sum y$	แทน	คะแนนรวมที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

2.2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบของแต่ละข้อ โดยใช้สูตร IOC หาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (สมนึก กัททิษณี, 2546 : 221)



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

เมื่อ	IOC แทน	ค่าความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งพิจารณาจาก ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum R$ แทน	ผลรวมคะแนนของความคิดของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา ทั้งหมด
	N แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

### 2.2.2 การหาค่าระดับความยาก (Difficulty) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 84)

$$\text{สูตร } p = \frac{Ru + Rl}{2f}$$

เมื่อ	p แทน	ระดับความยาก
	Ru แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	Rl แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	f แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงหรือต่ำที่เท่ากัน

2.2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan's Index: B-Index) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 90) ดังนี้

$$\text{สูตร } B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B แทน	ค่าอำนาจจำแนกของเบรนนัน
	U แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้น (ผ่านเกณฑ์)
	L แทน	จำนวนคนที่ตอบผิดในข้อนั้น (ไม่ผ่านเกณฑ์)
	$N_1$ แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์
	$N_2$ แทน	จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

2.2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของข้อสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีแบบอิงเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 96) ดังนี้

$$\text{สูตร } 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	$r_{cc}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$X_i$	แทน	คะแนนของแต่ละคน
	$C$	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

2.2.5 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบอิงเกณฑ์อิงกลุ่ม (ไพศาล วรคำ. 2559 : 300-301) ดังนี้

$$\text{สูตร } r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} = \frac{2(f_H - F_L)}{n}$$

เมื่อ	$r$	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$f_H$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	$F_H$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	$n_H, n_L$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำตามลำดับ
	$n$	แทน	จำนวนผู้สอบทั้งหมด

2.2.6 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบอิงเกณฑ์อิงกลุ่ม โดยใช้วิธีของ Kuder-Richardson ( $KR_{20}$ ) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 96) ดังนี้

$$\text{สูตร } r_t = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ	$r_t$	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$n$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกต้องกับผู้เรียนทั้งหมด
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียน
	$X$	แทน	จำนวนข้อที่ตอบถูก

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานในการวิจัย

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนหลังเรียนในการเรียนด้วยบทปฏิบัติการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัวเรา โดยใช้สถิติ t-test (dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 115) ดังนี้

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	$D$	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	$n$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน