

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อสำรวจ ตรวจสอบ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาเงืงลาดพัฒนา อำเภอมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 10 โรงเรียน

ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย จำแนกเป็น 7 ด้านดังต่อไปนี้

1. ประชากรที่ศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. รูปแบบการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ศึกษาจากประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาเงืงลาดพัฒนา อำเภอมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2552 จำนวน 94 คน แยกเป็นโรงเรียนได้ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนประชากรที่ศึกษา

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
ชุมชนบ้านลาด	21
บ้านบุงคล้ายท่างาม	14
บ้านวังไผ่ป่าจั่น	5
บ้านม่วงโพธิ์ศรี	5

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
บ้านหนองหวาย	6
บ้านท่าปะทายโนนคูน	16
บ้านกุดซุย	4
บ้านเลิงบ่อ	8
บ้านกึ่ง	11
บ้านโจงกุดหวาย	4
รวม	94

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยพัฒนามาจากแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 2 ส่วน (two-tier diagnostic test) ส่วนแรกเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนหลังให้เขียนแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง โดยแต่ละสาระมีจำนวนข้อสอบ ดังนี้

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| 1. การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต | จำนวน 6 ข้อ |
| 1.1 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช | จำนวน 2 ข้อ |
| 1.2 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์สัตว์ | จำนวน 2 ข้อ |
| 1.3 การจำแนกสัตว์ | จำนวน 1 ข้อ |
| 1.4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม | จำนวน 1 ข้อ |
| 2. วัสดุและสมบัติของวัสดุ | จำนวน 3 ข้อ |
| 2.1 การจำแนกสาร | จำนวน 2 ข้อ |
| 2.2 สารละลาย | จำนวน 1 ข้อ |
| 3. แรงและความดัน | จำนวน 3 ข้อ |
| 3.1 ความดันของของเหลว | จำนวน 2 ข้อ |

3.2 แรงลอยตัว	จำนวน 1 ข้อ
4. เสียงกับการได้ยิน	จำนวน 4 ข้อ
4.1 การเคลื่อนที่ของเสียง	จำนวน 2 ข้อ
4.2 คุณภาพของเสียง	จำนวน 2 ข้อ
5. น้ำฟ้าและดวงดาว	จำนวน 4 ข้อ
5.1 การเกิดเมฆ หมอก	จำนวน 1 ข้อ
5.2 หยาดน้ำฟ้า	จำนวน 1 ข้อ
5.3 ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว	จำนวน 2 ข้อ

ตั้งตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ 3. สัตว์มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ สัตว์ชนิดใดต่อไปนี้มี การสืบพันธุ์ที่แตกต่างจากสัตว์อื่น

ก. จระเข้

ข. ปะการัง

ค. ไส้เดือนดิน

ง. ปลาหางนกยูง

เพราะ.....

การตรวจคำตอบแต่ละแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน คำตอบแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Sound Understanding : SU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและการอธิบายเหตุผลของนักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ ที่ถูกต้อง มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

2. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและการอธิบายเหตุผลของนักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ ที่ถูกต้อง มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ และไม่มีส่วนใดผิด

3. แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception : PU/SM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและการอธิบายเหตุผลของนักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วน อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ และมีบางส่วนไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

4. แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Specific Misconception : SM)

หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องแต่การอธิบายเหตุผลของนักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ ที่ไม่ถูกต้อง มีแนวคิดไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือเลือกคำตอบ ไม่ถูกต้อง

5. ไม่มีแนวคิด (No Understanding : NU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้อง การอธิบายเหตุผลนักเรียนไม่ตอบคำถามใดๆ หรือไม่อธิบายคำตอบ หรือตอบในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น หรือตอบว่าไม่ทราบ ไม่รู้ ไม่เข้าใจ อธิบายไม่ได้

2. การสัมภาษณ์แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้าง โดยใช้คำถามเกี่ยวกับแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ และคำถามเพิ่มเติมอื่นๆ ตามแนวคำตอบของนักเรียน ในแต่ละแนวคิดที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เขียนแสดงเหตุผลแต่ละข้อเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนมากขึ้นและเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1.1 ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ถึง ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อขออนุญาตใช้แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.2 วิเคราะห์แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาระและจำนวนข้อสอบในแต่ละแนวคิด รวมทั้งวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ได้มาตรฐาน

1.3 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547 : 248) วิเคราะห์ด้านเนื้อหาสาระ แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และตัวอย่างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือชุดยอดใจวิทยุ ป.3-ป.6 (สำนักงานบัณฑิตแนะแนว, ม.ป.ป. : 21) คู่มือสอบ O-NET NT ป.6 (สำนักงานบัณฑิตแนะ

แนว. ม.ป.ป. : 18) คู่มือสอบ NT & LAS ป.5 (สำนักงานบัณฑิตแนะแนว. ม.ป.ป. : 22) ติว
 โจทย์เตรียมสอบวิทยาศาสตร์ ป.5 (เสียง เรขฐศิริพงศ์. 2552 : 42) เฉลย-แก้ง O-NET ป.6
 (สามารถ พงศ์ไพบุลย์ และคณะ. ม.ป.ป. : 54) เฉลยข้อสอบแข่งขันวิทยาศาสตร์ สพฐ. ป.6
 (วิภาวี พัฒนะวาณิช และ NEW TEACHER GROUP. 2552 : 24) เฉลยข้อสอบแข่งขัน
 วิทยาศาสตร์ สสวท. ป.6 (วิภาวี พัฒนะวาณิช และ NEW TEACHER GROUP. 2552 : 63)
 และการวัดผลการศึกษา (สมนึก กัทพิชญ์. 2546 : 67) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้าง
 แบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของ
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

1.4 สร้างแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยพัฒนา
 มาจากแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี (สสวท.) เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 2 ส่วน (two-tier diagnostic test)
 ส่วนแรกเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชนิด
 เลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนหลังให้เขียนแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือก จำนวน
 40 ข้อ โดยแต่ละสาระมีจำนวนข้อสอบ ดังนี้

- | | |
|---|--------------|
| 1. การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต จำนวน 13 ข้อ | |
| 1.1 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช | จำนวน 5 ข้อ |
| 1.2 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์สัตว์ | จำนวน 3 ข้อ |
| 1.3 การจำแนกสัตว์ | จำนวน 3 ข้อ |
| 1.4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม | จำนวน 2 ข้อ |
| 2. วัสดุและสมบัติของวัสดุ | จำนวน 4 ข้อ |
| 2.1 การจำแนกสาร | จำนวน 2 ข้อ |
| 2.2 สารละลาย | จำนวน 2 ข้อ |
| 3. แรงและความดัน | จำนวน 5 ข้อ |
| 3.1 ความดันของของเหลว | จำนวน 3 ข้อ |
| 3.2 แรงลอยตัว | จำนวน 2 ข้อ |
| 4. เสียงกับการได้ยิน | จำนวน 10 ข้อ |
| 4.1 การเคลื่อนที่ของเสียง | จำนวน 6 ข้อ |
| 4.2 คุณภาพของเสียง | จำนวน 4 ข้อ |
| 5. น้ำฟ้าและดวงดาว | จำนวน 8 ข้อ |

- 5.1 การเกิดเมฆ หมอก จำนวน 2 ข้อ
 5.2 หยาดน้ำฟ้า จำนวน 2 ข้อ
 5.3 ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว จำนวน 4 ข้อ

1.5 นำแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้น
 เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม

1.6 ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหันเขียงเหียน โรงเรียน
 บ้านโคกบัวค้อ และโรงเรียนบ้านเหล่าหนาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
 ปีการศึกษา 2552 ที่เคยเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาแล้ว
 จำนวน 55 คน

1.7 หลังจากทดสอบแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากของข้อสอบ
 (ไพศาล วรคำ. 2552 : 287-288) ซึ่งได้แบบทดสอบที่มีความยากตั้งแต่ 0.25-0.76

1.8 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ใช้เทคนิคร้อยละ 50 โดยหาค่า
 ดัชนีอำนาจจำแนก (item discrimination index : r) (ไพศาล วรคำ. 2552 : 290) แล้วคัดเลือก
 แบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 -1.00

1.9 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับตามวิธี
 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods) สูตร KR20 (ไพศาล วรคำ. 2552 : 277)
 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.87

1.10 คัดเลือกแบบทดสอบให้เหลือ จำนวน 20 ข้อ ตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 ที่กำหนดไว้ แล้วจัดทำเป็นแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ฉบับ
 สมบูรณ์ สำหรับใช้กับกลุ่มประชากรต่อไป

2. การสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้าง โดยใช้คำถามเกี่ยวกับ
 แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ และคำถาม
 เพิ่มเติมอื่นๆ ตามแนวคำตอบของนักเรียนในแต่ละแนวคิดที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบ
 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เขียนแสดงเหตุผลแต่ละข้อ ในการพิจารณาคัดเลือกคำถาม
 ผู้วิจัยร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นผู้ดำเนินการ

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยศึกษาเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อสำรวจ ตรวจสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัด ศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาเก็งลาดพัฒนา อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 10 โรงเรียน ที่ผ่านการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาแล้ว ในปีการศึกษา 2552

การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากแบบแผนการวิจัยข้างต้น ได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ถึงผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อขออนุญาตใช้แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ถึงผู้บริหารโรงเรียนในสังกัดศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาเก็งลาดพัฒนา จำนวน 10 โรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือกับผู้บริหารโรงเรียนในการทำวิจัย
3. พบนักเรียนกลุ่มประชากรที่ศึกษาเพื่อชี้แจงที่มาและจุดประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้และขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล
4. ผู้วิจัยทำการสำรวจ ตรวจสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มประชากร โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบแบบ 2 ส่วน (two-tier diagnostic test) ส่วนแรกเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนหลังเป็นเหตุผลให้เขียนตอบเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยพัฒนามาจากแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
5. ผู้วิจัยตรวจคำตอบของนักเรียนในแบบทดสอบและจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อการสัมภาษณ์ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

6. ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นักเรียนในแต่ละกลุ่มโดยใช้วิธีการบันทึกวีดิทัศน์
7. นำข้อมูลที่ได้อาจจากการทดสอบและการสัมภาษณ์ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

1.1 แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

1.1.1 หาค่าดัชนีความยากของแบบทดสอบ (p) (ไพศาล วรคำ. 552 : 287-288)

1.1.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ใช้เทคนิคร้อยละ 50 โดยหาค่าดัชนีอำนาจจำแนก (item discrimination index : r) (ไพศาล วรคำ. 2552 : 290) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

1.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods) สูตร KR20 (ไพศาล วรคำ. 2552 : 277)

2. การตรวจสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.1 ตรวจสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยตรวจแบบทดสอบส่วนที่ 1 และตรวจการอธิบายให้เหตุผลของนักเรียน และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนตามกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน โดยนำมาเพิ่มเติมในส่วนของ การอธิบายให้เหตุผลเพื่อความสมบูรณ์และชัดเจนในการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และจัดกลุ่มข้อมูลเป็น 5 กลุ่ม โดยนำคำตอบของนักเรียนที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งประยุกต์ใช้เกณฑ์ของ Haidar (1997 : 185) ดังนี้

2.1.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Sound Understanding : SU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกและการอธิบายเหตุผลของนักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ

2.1.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกและการอธิบายเหตุผลของนักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่สมบูรณ์ อย่างน้อย

1 องค์ประกอบ และไม่มีส่วนใดผิด

2.1.3 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception : PU/SM)) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูก และการอธิบายเหตุผลของนักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง มีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วน อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ และมีบางส่วนไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.4 แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Specific Misconception : SM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบแต่การอธิบายเหตุผลของนักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง มีแนวคิดไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือเลือกคำตอบไม่ถูกต้อง

2.1.5 ไม่มีแนวคิด (No Understanding : NU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบแต่การอธิบายเหตุผลนักเรียนไม่ตอบคำถามใดๆ หรือไม่อธิบายคำตอบ หรือตอบในลักษณะทวนคำถาม หรือตอบไม่ตรงประเด็น หรือตอบว่าไม่ทราบ ไม่รู้ ไม่เข้าใจ อธิบายไม่ได้

2.2 หาค่าความเชื่อมั่นของข้อมูลที่ได้ (Data triangulation) โดยใช้วิธีสามเส้าด้านผู้วิจัย (Researcher triangulation) ด้วยวิธี Inter – rater reliability ตรวจสอบคำตอบของนักเรียนทั้งหมด 94 คน โดยผู้วิจัยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

2.2.1 นางสาวสุธิดา จำปาเกตุ วุฒิ กศ.บ. สาขา วิทยาศาสตร์ (เคมี) , กศ.ม. สาขา บริหารการศึกษา ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1

2.2.2 นายพงศ์สุวรรณ อุทัยเรือง วุฒิ ก.บ. สาขา วิทยาศาสตร์ทั่วไป ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชุมชนบ้านลาด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1

2.2.3 นางสาวธนวัน จันทศักดิ์ วุฒิ กศ.ม. สาขา วิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่งศึกษานิเทศก์ วิทยฐานะ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1

2.3 คำนวณค่าความถี่และค่าร้อยละของแต่ละแนวคิดที่จำแนกได้ แล้วนำเสนอข้อมูลแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในรูปแบบตาราง และบรรยายสรุป

2.4 ตรวจสอบแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องใด อย่างไร แล้วเขียนบรรยายสรุป

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องแปลงให้เป็นร้อยละ
 n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 ค่าดัชนีความยากของแบบทดสอบ (p) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2552 : 288)

$$p = \frac{f}{n}$$

เมื่อ p เป็นดัชนีความยาก
 f เป็นจำนวนผู้ตอบถูก
 n เป็นจำนวนผู้เข้าสอบ

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 หาค่าดัชนีอำนาจจำแนก (item discrimination index : r) (ไพศาล วรคำ, 2552 : 290) โดยมีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ r เป็นอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 f_H เป็นจำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 f_L เป็นจำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 n_H, n_L เป็นจำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n เป็นจำนวนผู้สอบทั้งหมด ($n = n_H + n_L$)

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่จัดแบบตามวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Methods) โดยใช้สูตร KR20 (ไพศาล วรคำ. 2552 : 277) ดังนี้

$$KR20 = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ $KR20$ เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k เป็นจำนวนข้อสอบ
 p_i เป็นสัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i
 q_i เป็นสัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i หรือเท่ากับ $1 - p_i$
 S_t^2 เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3.1 ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-rater reliability) (ไพศาล วรคำ. 2552 : 285)

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M |R_{mnk} - \overline{R_{nk}}|}{KN(M-1)(I-1)}$$

เมื่อ R_{mnk} เป็นคะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ m ของตัวอย่างคนที่ n ในพฤติกรรมที่ k
 $\overline{R_{nk}}$ เป็นคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างคนที่ n ในพฤติกรรมที่ k
 โดย $\overline{R_{nk}} = \frac{\sum_{m=1}^M R_{mnk}}{M}$