



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่อง พลังงานและสารเคมี ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถามและโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อการศึกษา ประกอบด้วย

1. แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.1 แผนการสอนโดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม
 - 1.2 แผนการสอนโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม
2. แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม
3. แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
6. แบบทดสอบ ทักษะการตั้งคำถาม

ดังมีรายละเอียดและขั้นตอนการสร้าง เครื่องมือแต่ละชนิดดังต่อไปนี้

แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม และแผนการสอนโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม มีขั้นตอนในการสร้างคือ

1. ศึกษาคุณค่าและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ค่าตามจากหนังสือวารสาร คู่มือครู และงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการสอน
2. ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมาย และขอบข่ายของเนื้อหาเรื่อง พลังงานและสารเคมี กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
3. เลือกเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ เรื่องพลังงานและสารเคมี ใช้เวลาในการสอน 54 คาบ คาบละ 20 นาที
4. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาที่เลือกมาใช้ในการทดลองสอน
เนื้อหาที่เลือกใช้ คือ เรื่องพลังงานและสารเคมี รายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ประกอบไปด้วย

หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง แสง

การเคลื่อนทางของแสง
แสงกับตัวกลาง
เงามืดและเงามัว
การสะท้อนแสง
การหักเหของแสง
การเกิดแถบแสงสีของดวงอาทิตย์
การเกิดรุ้ง
ดวงตา

หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง ไฟฟ้า

การเกิดอำนาจไฟฟ้าสถิต
ไฟฟ้าเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี
วงจรไฟฟ้า
ค่านำและฉนวนไฟฟ้า
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควรรู้จัก
อันตรายจากไฟฟ้า

หน่วยย่อยที่ 3 เรื่องสารเคมี

การเปลี่ยนแปลงของสารเคมี

การกำจัดแมลงโดยใช้สารเคมีในพืช

การตรวจสอบน้ำดื่มสายชูและผงชูรส

ผงซักฟอก สบู่

5. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหาที่จะสอน

6. สร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม และโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม จากเนื้อหาที่เลือกไว้ในข้อ 4 จำนวน 18 แผน แผนการสอนมีองค์ประกอบดังนี้

ความคิดรวบยอด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เนื้อหา

กิจกรรมการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอน

การวัดและการประเมินผล

ในชั้นของกิจกรรมการเรียนการสอน ในแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม และโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม ผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการสอนดังนี้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

<p>ชั้นของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม</p>	<p>ชั้นของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม</p>
<p>1. <u>ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูแจกเอกสารการตั้งคำถามให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แล้วร่วมกันตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นและร่วมกันอภิปรายคำถาม ซึ่งเป็นคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดเป็นแนวทางให้นักเรียนในการตั้งคำถาม รวมทั้งคำถามที่นักเรียนร่วมกันตั้งขึ้นเองด้วย</p> <p>2. <u>ชั้นการทดลอง</u></p> <p>นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดในสถานการณ์</p> <p>3. <u>ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u></p> <p>นักเรียนนำข้อมูลและผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน และมีครูคอยให้คำปรึกษา แล้วสรุปผล บันทึกผลการทดลอง</p>	<p>1. <u>ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง</u></p> <p>ครูเป็นผู้ใช้คำถามนำไปสู่การอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด เช่น เกี่ยวกันกับเอกสารการตั้งคำถามของนักเรียน</p> <p>2. <u>ชั้นการทดลอง</u></p> <p>นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดในสถานการณ์</p> <p>3. <u>ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง</u></p> <p>ครูและนักเรียนนำข้อมูลและผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน แล้วสรุปผล บันทึกผลการทดลอง</p>

7. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา การใช้ภาษา ตลอดจนความถูกต้องของแผนการสอน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

8. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสระแก้ว สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากร เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับภาษา เวลา และกิจกรรมที่กำหนดในแผนการสอน โดยเลือกทดลองเฉพาะแผนการสอนที่คาดว่าจะมีปัญหา 3 แผน คือ แผนการสอนเรื่อง เจ้ามืดเจามัว การเกิดอำนาจไฟฟ้าสถิต และการเปลี่ยนแปลงของสารเคมี

9. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม

ในการสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกทักษะ การฝึกทักษะการตั้งคำถาม คำถามต่าง ๆ ตลอดจนผลของการใช้คำถาม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. สร้างแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม โดยยึดหลักการสร้างแบบฝึกของ บัทส์ (Butts 1974 : 2) ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 เขียนโครงร่างของแบบฝึก

2.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก

2.3 กำหนดกิจกรรมของแบบฝึก

2.4 กำหนดคำถามที่เป็นแนวทางในการฝึกทักษะการตั้งคำถาม

แบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม จะเป็นคำถามที่จะนำไปสู่พฤติกรรม 5 ประเภท คือ 1. คำถามนำไปสู่การสังเกต 2. คำถามนำไปสู่การอธิบาย 3. คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน 4. คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง

และการควบคุมตัวแปร 5. คำถามนำไปสู่การนำไปใช้ (สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 : 8-9)

3. รายละเอียดของแบบฝึกประกอบควย

3.1 ชื่อแบบฝึก

3.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก ซึ่งสรุปขั้นตอนของกิจกรรมได้ดังนี้

3.2.1 นักเรียนศึกษาวิธีการตั้งคำถาม

3.2.2 นักเรียนศึกษาตัวอย่างการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด ประกอบควย ตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนด ตัวอย่างคำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดและตัวอย่างคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

3.2.3 คำเนิการสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม เพื่อฝึกนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ให้มีทักษะการตั้งคำถามก่อนทดลองสอนจริงตามแผนการสอนซึ่งเนื้อหาไม่ใช่เนื้อหาในเรื่อง พลังงานและสารเคมี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 7 สถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมและความสามารถในการตั้งคำถามได้

3.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกตั้งคำถามในแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามประกอบควย สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อฝึกทักษะการตั้งคำถาม คำสั่งให้ตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด

4. นำแบบฝึกทักษะการตั้งคำถาม ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบแก้ไข หลังจากนั้นจึงนำมาแก้ไขปรับปรุง แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสระแก้ว ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร

5. นำแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้เป็นแบบฝึกทักษะที่สมบูรณ์

แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเทคนิคการวัดผล และการสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. สร้างแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องพลังงานและสารเคมี ลักษณะของแบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบความรู้พื้นฐานเป็นแบบทดสอบที่นักเรียนต้องนำประสบการณ์เดิมในการเรียนเรื่องพลังงานและสารเคมีในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาช่วยในการตอบคำถามในแบบทดสอบ โดยสร้างแบบทดสอบความรู้พื้นฐานนี้จำนวน 60 ข้อ ส่วนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่นักเรียนต้องนำความรู้ที่ไ้จากการเรียนเรื่องพลังงานและสารเคมีในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาช่วยในการตอบคำถามในแบบทดสอบ โดยสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 60 ข้อ
3. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน ทรวพิจารณาเพื่อปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสระแก้ว ปีการศึกษา 2530 ซึ่งผ่านการเรียนเรื่องพลังงานและสารเคมี ไปแล้วจำนวน 78 คน ใช้เวลาทดสอบฉบับละ 60 นาที
5. ทรวแบบทดสอบโดยให้คะแนนข้อที่ถูก ข้อละ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ผิดหรือไม่ครบให้ 0 (ศูนย์) คะแนน จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้เทคนิค 33 เปอร์เซนต์
6. คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คัดเลือกได้ 48 ข้อ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คัดเลือกได้ 45 ข้อ ซึ่งมี

ความครอบคลุมตามเนื้อหาและพฤติกรรมกรเรียนรู้

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสระแก้วอีกครั้ง แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างคามชั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการวัดผล และการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดสถานการณ์แล้วสร้างเป็นคำถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ (Weir, 1974 : 18) มี 4 ขั้นตอนดังนี้คือ

2.1 ขั้นตั้งปัญหาหรือระบุปัญหา

2.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

2.3 ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา

2.4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

ลักษณะของแบบทดสอบ เป็นข้อความที่สร้างขึ้นจากสถานการณ์ที่เป็นข้อความ ในลักษณะที่ให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหากับสถานการณ์ใหม่ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความถูกต้องของภาษา เพื่อพิจารณาแก้ไขปรับปรุง จำนวน 36 ข้อ

4. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสระแก้ว ปีการศึกษา 2530 ที่ไม่ใช่ตัวอย่างปรกติ จำนวน

78 คน ใช้เวลาทดสอบ 60 นาที

5. ตรวจสอบแบบทดสอบโดยให้คะแนนข้อที่ถูก ข้อละ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ผิด หรือไม่ตอบให้ 0 (ศูนย์) คะแนน จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาค่าระดับความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้เทคนิค 33 เปอร์เซนต์

6. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกได้ 28 ข้อ ซึ่งครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสระแก้วอีกครั้ง แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ

- การวิเคราะห์แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. การหาค่าระดับความยาก (Level of difficulty) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ จอห์นสัน (Johnson) ดังนี้

$$P = \frac{R_u + R_L}{2f}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าระดับความยาก
	R_u	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก
	f	แทน	จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

(ประกอบ กรรณสูต 2528 : 27)

2. การหาอำนาจจำแนก (Power of discrimination) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ ฟินด์ลีย์ (Findley) ดังนี้

$$D = \frac{R_u - R_L}{f}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_u	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก
	f	แทน	จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

(ประกอบ กรรณสูต 2528 : 28)

3. การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ คูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder - Richardson Reliability) ดังนี้

$$K - R_{20} : r_{xy} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยง
	n	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	pq	แทน	ผลรวมของผลคูณของสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก และตอบผิด
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของผู้สอบ

(ประกอบ กรรณสูต 2528 : 37)

แบบทดสอบทักษะการตั้งคำถาม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างคามชั้นคอนกัสนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการตั้งคำถามและการสร้างแบบทดสอบแบบอันทัน

2. ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบทักษะการตั้งคำถาม โดยกำหนดสถานการณ์ แล้วสร้างเป็นคำถามเพื่อนำไปสู่พฤติกรรม 5 ประเภท คือ

- 2.1 คำถามนำไปสู่การสังเกต
- 2.2 คำถามนำไปสู่การอธิบาย
- 2.3 คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน
- 2.4 คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลองและการควบคุมตัวแปร
- 2.5 คำถามนำไปสู่การนำไปใช้

3. ลักษณะของแบบทดสอบ เป็นข้อความที่สร้างขึ้นจากรูปภาพ และ สถานการณ์ที่เป็นข้อความ ในลักษณะที่ให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในการ ตั้งคำถาม เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ ต้องการวัด จำนวน 7 ข้อ

4. การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบทักษะการตั้งคำถาม เลือกใช้แบบวิธี วิเคราะห์ (Analytic Method) โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่จะให้คะแนนและน้ำหนัก คะแนนไว้ดังนี้

แบบทดสอบความสามารถด้านทักษะการตั้งคำถาม		
ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		
1. คำถามนำไปสู่การสังเกต	1	คะแนน
2. คำถามนำไปสู่การอธิบาย	2	คะแนน
3. คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน	3	คะแนน
4. คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปร	4	คะแนน
5. คำถามนำไปสู่การนำไปใช้	5	คะแนน
รวมคะแนน	15	คะแนน

5. นำแบบทดสอบและเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพในด้านความสอดคล้องกับพฤติกรรมภารกิจ คำถาม และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

6. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดสระแก้ว จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับกลุ่มที่ใช้ทดสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ข้างต้น จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาความยาก และอำนาจจำแนก โดยใช้สูตร (อัจฉรา วงศ์โสธร 2529 : 315)

$$FV = \frac{S_u + S_L - (N_t) X_{\min}}{N_t (X_{\max} - X_{\min})}$$

$$D = \frac{S_u - S_L}{N_u (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ FV	แทน	ค่าระดับความยาก
D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
S_u	แทน	คะแนนรวมของผู้สอบในกลุ่มคะแนนสูง
S_L	แทน	คะแนนรวมของผู้สอบในกลุ่มคะแนนต่ำ
N_u	แทน	จำนวนของผู้สอบในกลุ่มคะแนนสูง
N_t	แทน	จำนวนผู้สอบทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุด
X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุด

7. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกได้ 4 ข้อ นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว นำผลมาวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์ α (α - coefficient)

$$L = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{S_i^2}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของผู้รับการ ทดสอบทั้งหมด หรือกำลังสองของส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนของผู้เข้ารับการ ทดสอบทั้งหมด

(ประกอบ กรรณสูต 2528 : 43)

จากการคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังนี้

1. แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 0.89
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 0.89
3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 0.83
4. แบบทดสอบความสามารถด้านทักษะการตั้งคำถาม 0.87

ตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนโยธินนุกูล สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 50 คน และการเลือกโรงเรียนผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจาก

1. เป็นโรงเรียนที่ส่งเสริมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม และค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

2. สภาพห้องเรียนและระดับการเรียนของนักเรียนโดยทั่วไปมีลักษณะคล้ายคลึงกับโรงเรียนส่วนใหญ่ในจังหวัดนครราชสีมา
3. ผู้บริหารและคณะครู เห็นความสำคัญของการวิจัยและให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี

ขั้นตอนในการเลือกตัวอย่างประชากรมีดังนี้

1. จับสลากห้องเรียน 2 ห้อง จาก 4 ห้องเรียน ใ้ค้่นักเรียน 82 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้แบ่งนักเรียนแต่ละห้องโดยคละความสามารถทางการเรียนของนักเรียน
2. นำแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มาทดสอบกับนักเรียนแต่ละห้อง แล้วนำคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย
3. จับคู่คะแนน (Match by Pair) ของนักเรียนที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน แล้วสุ่มแยกนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน
4. จับสลากในการกำหนดความถี่ที่จะได้รับการสอนแบบใด โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม เป็นกลุ่มทดลองที่ 2

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ฝึกกลุ่มทดลองที่ 1 ให้มีทักษะในการตั้งคำถามเสียก่อน ด้วยแบบฝึกทักษะการตั้งคำถามจำนวน 7 สถานการณ์ ใช้เวลาสถานการณ์ละ 3 คาบ รวมทั้งสิ้น 21 คาบ ก่อนทดลองตามแผนการสอนจริง แล้วทดสอบว่านักเรียนมีทักษะในการตั้งคำถามตามที่ต้องการหรือไม่ โดยการประเมินความสามารถในการตั้งคำถามจากแบบฝึกที่นักเรียนปฏิบัติ และใช้เกณฑ์การตั้งคำถามลักษณะเดียวกันกับการใช้เกณฑ์การตั้งคำถามของแบบทดสอบความสามารถด้านทักษะการตั้งคำถาม
2. ทดสอบตัวอย่างประชากรก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบ

ทดสอบทักษะการตั้งคำถาม

3. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยการสอนตามแผนการสอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 54 คาบ คาบละ 20 นาที จำนวนกลุ่มละ 18 แผน แผนละ 3 คาบ สอนแต่ละกลุ่มสัปดาห์ละ 3 แผน รวมเวลาที่ใช้ในการสอนทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม

กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม

4. หลังจากการทดลองสิ้นสุดลง สุ่มตัวอย่างประชากรด้วย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบทักษะการตั้งคำถาม ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนทดลองสอน ใช้เวลาในการทดสอบแบบทดสอบฉบับละ 60 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการตั้งคำถาม ระหว่างนักเรียน 2 กลุ่ม เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองสอน ด้วยวิธีการทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้สูตรดังนี้ (ประคอง กรรณสูต 2528 : 124)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(\sigma_{\bar{X}_1}^2 + \sigma_{\bar{X}_2}^2)(1 - r_{xy}^2)}}$$

$$df = (N_1 + N_2 - 3)$$

เมื่อ	t	แทน	อัตราส่วนวิกฤติ
	\bar{x}_1	แทน	มัธยัมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1
	\bar{x}_2	แทน	มัธยัมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2
	$s_{\bar{x}_1}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมัธยัมเลขคณิตของคะแนนกลุ่มทดลองที่ 1
	$s_{\bar{x}_2}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมัธยัมเลขคณิตของคะแนนกลุ่มทดลองที่ 2
	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้รับการทดสอบก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านทักษะการตั้งคำถาม ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ด้วยการใช้การทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	t	แทน	อัตราส่วนวิกฤติ
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนน
	N	แทน	จำนวนตัวอย่างประชากรในแต่ละกลุ่มซึ่งเท่ากัน

(ประกอบ กรรณสูตร 2528 : 107)