

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองการรื้อสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เมื่อได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว จึงได้ทำการดำเนินการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 แบบแผนการทดลอง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
- 3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ
- 3.5 วิธีการดำเนินการศึกษา
- 3.6 การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดลำนาว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 95 คน จาก 3 ห้องเรียน [9]

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากรโดยวิธีการจับฉลาก (Simple Random Sampling) มาจำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 30 คน

3.1.3 ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้ที่มีความรู้ความสามารถ มีความชำนาญเพื่อประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้จากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Specified Sampling) ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิอย่างแท้จริง และยินดีที่จะมาเป็นผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คือ ผู้ที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโททางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือมีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษขึ้นไปในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ได้แก่

- | | |
|--------------------------|--|
| 1.1 นางศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ | ครูเชี่ยวชาญพิเศษ
โรงเรียนเบญจมราชาลัยในพระบรมราชูปถัมภ์
กรุงเทพมหานคร |
| 1.2 นายบัญญัติ ลายพยัคฆ์ | ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา
จังหวัดนครศรีธรรมราช |
| 1.3 นางโรจน์ ดีหนู | ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบางขันวิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช |

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและการนำเสนอ คือ ผู้ที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโททางด้านเทคโนโลยีการศึกษาหรือมีประสบการณ์ด้านการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพด้านสื่อการนำเสนอของสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ได้แก่

- | | |
|--------------------------|---|
| 2.1 ดร.ไพฑูรย์ ศรีฟ้า | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2.2 ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช | ครูชำนาญการ
วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี |
| 2.3 นายณัฐวุฒิ รัตนอรุณ | รองผู้อำนวยการ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนสตรีทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช |

3.2 แบบแผนการทดลอง

การทดลองใช้แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตามที่พิสนุ ฟองศรี [64] ได้กล่าวไว้โดยมีแบบแผนในการทดลองดังนี้

แบบแผนการทดลอง

การทดลองใช้แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง

ทดสอบก่อน	การจัดกระทำ	ทดสอบหลัง
T_1	X	T_2

เมื่อ X แทน การจัดกระทำ (กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4) (Treatment)

T1 แทน การทดสอบวัดกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (Pretest)

T2 แทน การทดสอบวัดกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง (Posttest)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ใช้เครื่องมือในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. แบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ

ก. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

ข. แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อและการนำเสนอ

เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Scale) คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ควรปรับปรุง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะ เป็นแบบทดสอบสำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่จัดการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบสำหรับวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่จัดการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 25 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่เรียน เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) คือพึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือต่างๆ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้กำหนดเนื้อเรื่องไว้ 5 หน่วย ประกอบด้วย

- หน่วยที่ 1 ระบบสุริยะและดวงอาทิตย์
- หน่วยที่ 2 ประเภทของดาวเคราะห์
- หน่วยที่ 3 ดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวง
- หน่วยที่ 4 ดาวเคราะห์แคระและดวงจันทร์
- หน่วยที่ 5 ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง ดาวตก อุกกาบาต

สำหรับการสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงดังกล่าวผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษา และวิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 ของกรมวิชาการ ตลอดจนศึกษาเนื้อหา จากคู่มือครู หนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และหนังสืออ่านประกอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จาก เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการสร้าง เอกสารทางวิชาการ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. สร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ โดยใช้แนวคิดการสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงของวิวัฒน์ มีสุวรรณ [20] โดยแบ่งเนื้อหาตามตัวชี้วัด กำหนดไว้ 5 หน่วย โดยจัดทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) จัดทำโครงร่างและรูปแบบสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยจัดทำใน 3 ลักษณะ ได้แก่ ป้ายนิเทศ บัตรความรู้ และแผ่นพับ แล้วนำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมความถูกต้องในการออกแบบโปรแกรมเพื่อนำข้อสรุปมาใช้ในการพัฒนาสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงต่อไป

2) นำโครงร่างที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาจัดทำสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้แอปพลิเคชันออรัสมา (Aurasma) โดยออกแบบภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว บทบรรยายในแต่ละเรื่องตามผังงานทั้งหมด

4. นำสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงประเมินคุณภาพของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านสื่อการนำเสนอ โดยการใช้แบบประเมินคุณภาพที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ซึ่งมีลักษณะของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสม

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย โดยได้จากแนวคิดของเบสท์ (Best) [65] การให้ความหมายโดยการใช้ค่าเฉลี่ย เป็นรายช่วงและรายข้อ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพเหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพเหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีคุณภาพเหมาะสม

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีคุณภาพเหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีคุณภาพเหมาะสมน้อยที่สุด

5. นำสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแล้วตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดลำนาว จำนวน 30 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2 [66] ดังนี้ คือ

สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีรายละเอียด ดังนี้ เกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของการประเมินกระบวนการระหว่างการทำแบบทดสอบทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงแต่ละเรื่อง เป็นการประเมินจากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายเรื่องแต่ละเรื่อง

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของการประเมินผลลัพธ์ เป็นการประเมินขั้นสุดท้ายของนักเรียนซึ่งพิจารณาจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

การตั้งค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ไว้ที่ 80/80 มีเกณฑ์เป็นค่าความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 ดังนั้น ประสิทธิภาพ E_1/E_2 แม้ว่าจะมีค่าต่ำกว่า 80/80 ถ้าอยู่ในเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ของ E_1 ซึ่งจะเท่ากับ 80-2.5 ซึ่งก็คือ 77.2 และ E_2 จะเท่ากับ 80-2.5 ซึ่งก็คือ 77.5 หากค่าที่คำนวณได้มีค่าที่สูงกว่า 77.2/77.5 ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

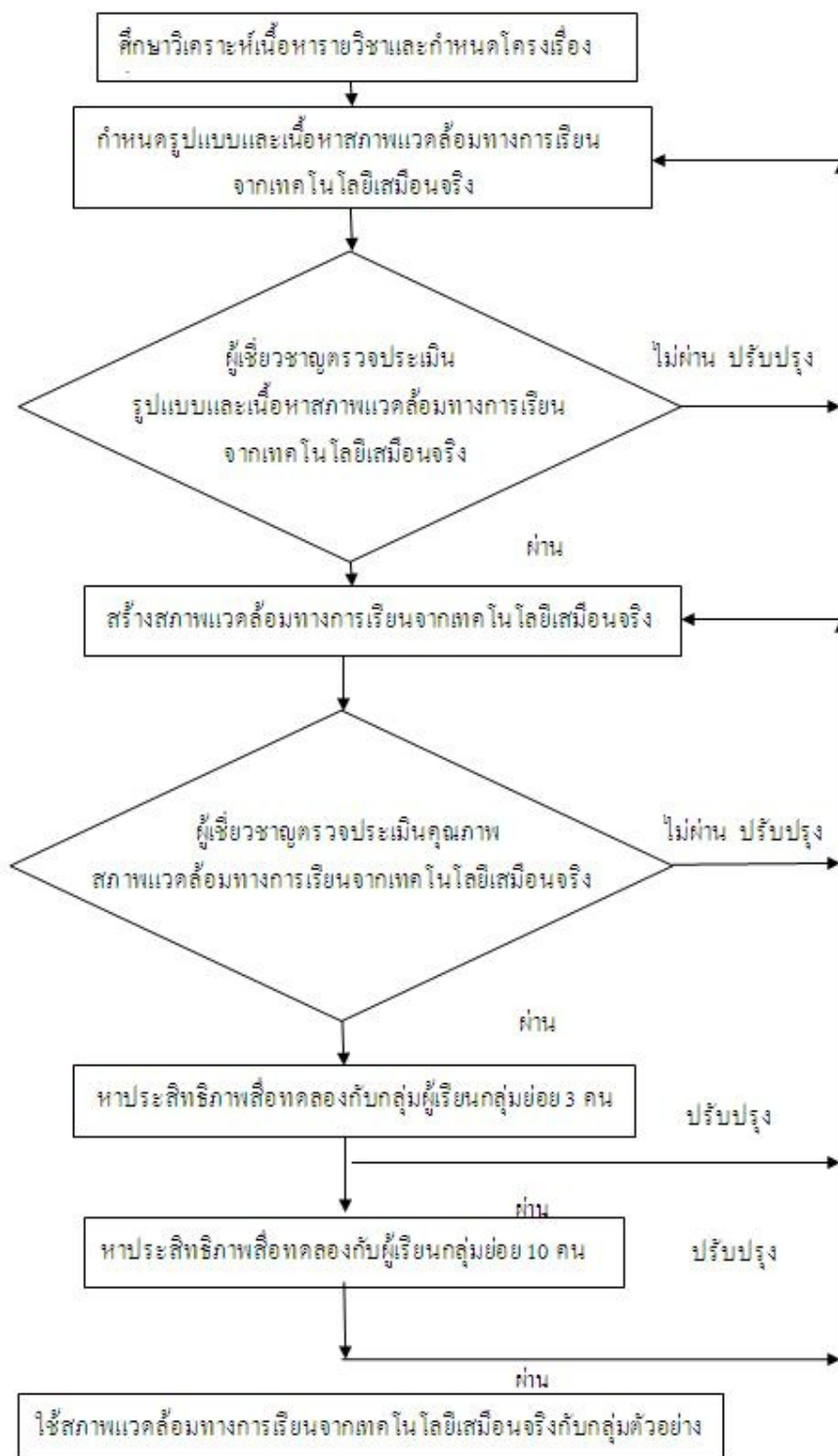
ขั้นที่ 1 การทดลองรายบุคคล (one to one testing) เป็นการใช้สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนวัดลำนาว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน คือนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว ได้นำข้อมูลจากการทดลองพิจารณา

ความเหมาะสมด้านด้านเสียง และความเร็วในการเข้าถึงภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในแต่ละเรื่องให้มีความเหมาะสม เพื่อนำไปใช้ขั้นการทดลองกลุ่มเล็กต่อไป

ขั้นที่ 2 การทดลองกลุ่มเล็ก (small group testing) เป็นการใช้สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ได้ปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองแบบรายบุคคลไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนวัดด่านาว ปีการศึกษา 2556 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นคนละกลุ่มกับขั้นการทดสอบแบบรายบุคคล ที่มีผลการเรียนดี 3 คน ปานกลาง 4 คน และอ่อน 3 คน โดยใช้กระบวนการเดียวกับการทดลองแบบรายบุคคล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยใช้เกณฑ์ 80/80 ได้ค่าสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง 75.17/74.34 จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 การทดลองจริง ผู้วิจัยใช้สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่แก้ไขเสร็จแล้วไปทดลองจริงกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน นำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากขั้นตอนการสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงดังกล่าว สามารถสรุปเป็นแผนภูมิ ดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง

3.4.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ

ก. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

ข. แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อและการนำเสนอ

เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Scale) คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ควรปรับปรุง

1. ศึกษาเอกสาร เกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้ทฤษฎีของลิเคิร์ต (Likert Scale)

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงจำนวน 2 ฉบับเพื่อประเมินใน 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านสื่อและการนำเสนอ ซึ่งแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา แบ่งการประเมินเป็น 6 ด้าน ได้แก่ การประเมินวัตถุประสงค์ การประเมินเนื้อหาบทเรียน การประเมินด้านการใช้ภาษา การประเมินด้านแบบทดสอบ/แบบฝึกหัดและการประเมินผล การประเมินใบงาน/โจทย์สถานการณ์ ปัญหาและการประเมินแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ส่วนแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อและการนำเสนอ แบ่งการประเมินเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบบทเรียน ด้านการออกแบบการสอน ด้านการจัดการบทเรียน ด้านตัวอักษร และด้านรูปภาพประกอบ ซึ่งในแบบประเมินคุณภาพได้กำหนดระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	ดี
ระดับ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับ 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

3. นำแบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง ครบถ้วนและเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

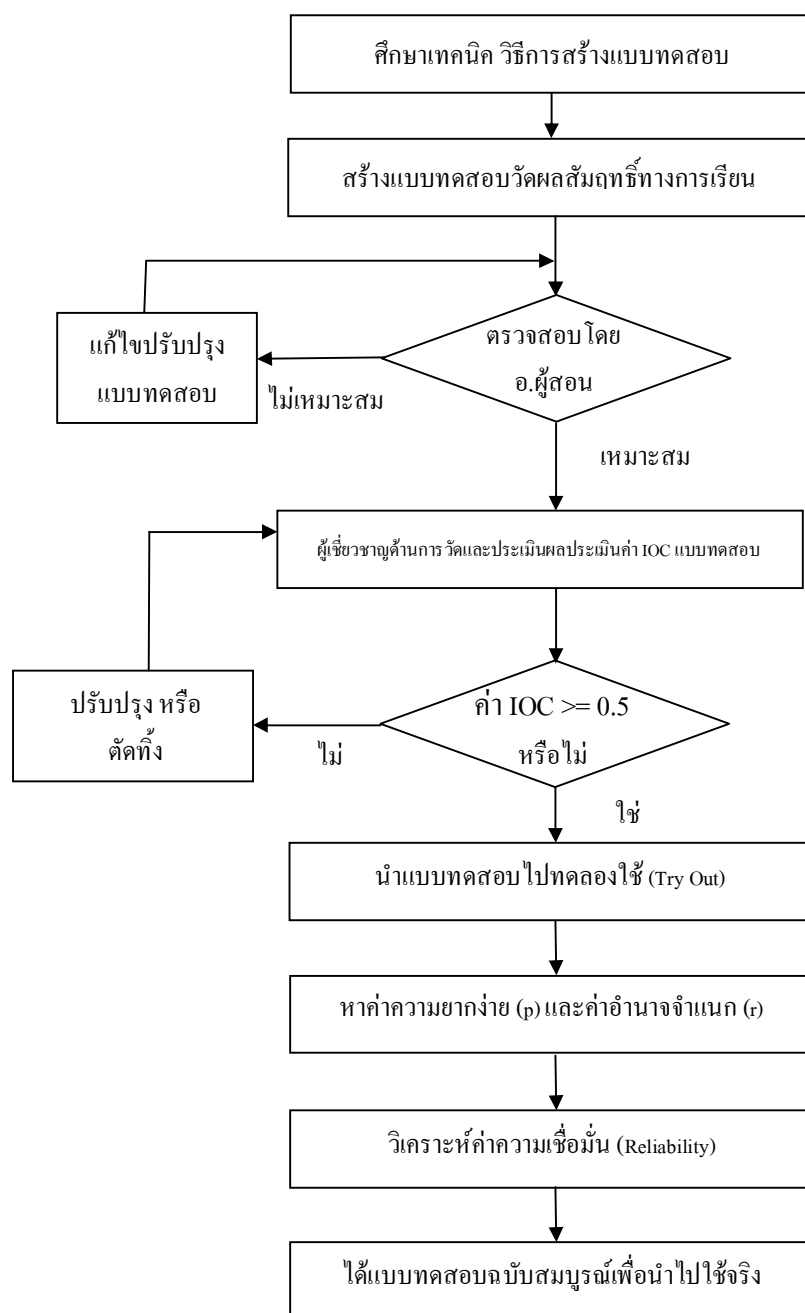
4. นำแบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่ผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านสื่อและการนำเสนอทำการประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

5. นำผลการประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงจากผู้เชี่ยวชาญ กลับมาวิเคราะห์หาคุณภาพของสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงว่าเป็นไปตามเกณฑ์การประเมินของลิเคิร์ตในระดับใด โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. ทำการปรับปรุงแก้ไขสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

3.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง ระบบสุริยะ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและการหาคุณภาพของแบบทดสอบ สรุปเป็นแผนภาพ ดังนี้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ศึกษาเทคนิค วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินผลการเรียน และวิธีการวิเคราะห์ข้อสอบ

2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะ

3. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบ ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดแบบทดสอบ เป็นชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก ครอบคลุมวัตถุประสงค์และเนื้อหาที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบสุริยะ กำหนดเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้ คำตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปขอคำปรึกษากับอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงในเบื้องต้นแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลทำการประเมิน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) กำหนดการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

+1 แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

-1 แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

โดยข้อสอบที่ถือว่าวัดได้สอดคล้องกันระหว่างเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จะต้องมีความ IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

7. นำแบบทดสอบทั้งหมดที่ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลองเพื่อนำไปใช้ทดลอง (Try Out) กับนักเรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดลำนาว ปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คน หลังจากนั้นตรวจให้คะแนน

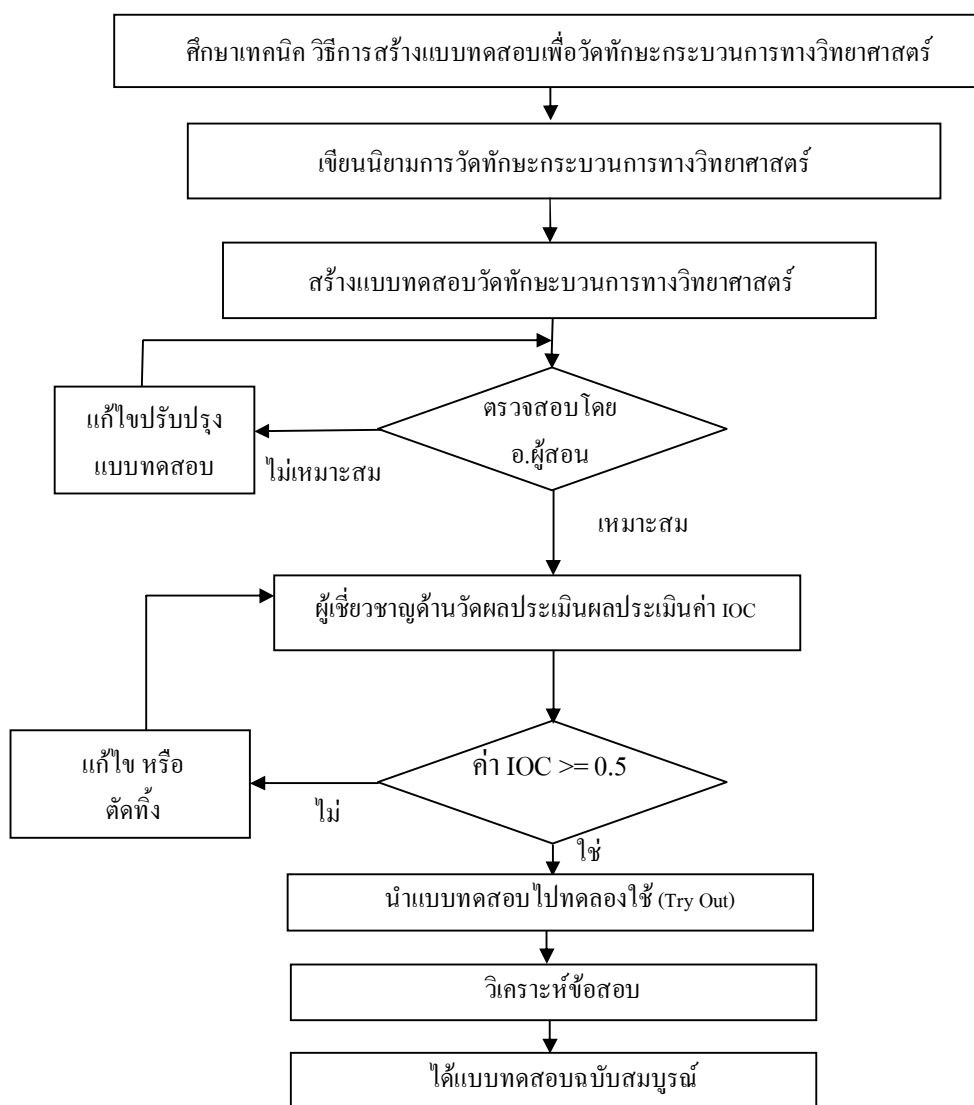
8. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามสูตร แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าระดับความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าระดับความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปมาใช้

9. นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของข้อสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตามสูตรคูเดอร์ริชาร์ดสัน 20 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ดีควรมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป

10. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.4.4 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและการหาคุณภาพของแบบทดสอบ สรุปเป็นแผนภาพดังนี้

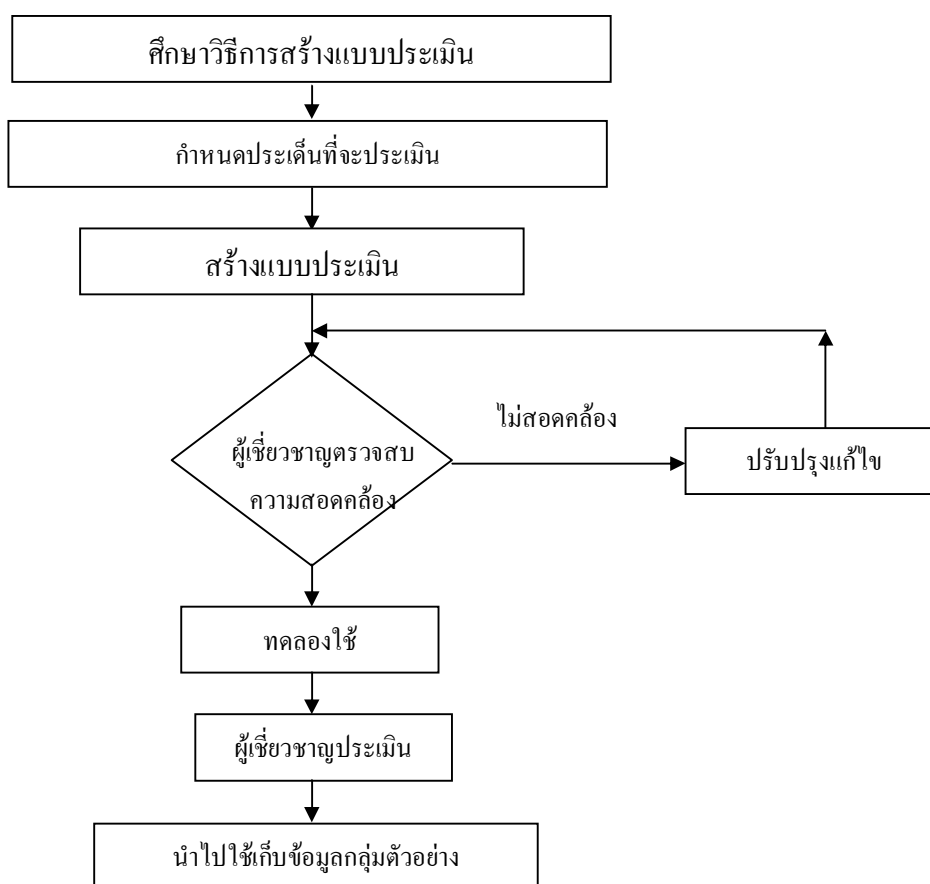


รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบปรนัยและการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาเขียนนิยามการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
2. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามนิยามไว้ โดยสร้างเป็นคำถามปรนัยจำนวน 30 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้ มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้ออย่างชัดเจน
3. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปขอคำปรึกษากับอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ความถูกต้องด้านภาษาและความสอดคล้องของแบบทดสอบกับการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบรายข้อ
5. นำแบบทดสอบทั้งหมดที่ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลองเพื่อนำไปใช้ทดลอง (Try Out) กับนักเรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดล้านาว ปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คน หลังจากนั้นตรวจสอบให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ
6. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามสูตร แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าระดับความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าระดับความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปมาใช้
7. นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficeint) ของครอนบาค
8. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการวิเคราะห์หาคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.4.5 แบบประเมินความพึงพอใจ

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจซึ่งเป็นแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อให้ทราบถึงความรู้สึก ความคิดของผู้เรียนต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว โดยสร้างเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Scale) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ซึ่งการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

1. ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากการเรียนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
2. กำหนดรายละเอียดของแบบประเมินความพึงพอใจ ขอบข่าย และประเด็นในหัวข้อหลักที่จะสอบถามเพื่อให้ครอบคลุมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
3. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ กำหนดรายละเอียดของแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ ได้สร้างแบบวัดมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของคะแนน ดังนี้

การให้คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	ความพึงพอใจ
5	4.50 – 5.00	มากที่สุด
4	3.50 – 4.49	มาก
3	2.50 – 3.49	ปานกลาง
2	1.50 – 2.49	น้อย
1	1.00 – 1.49	น้อยที่สุด

โดยระบุเกณฑ์การยอมรับตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป

4. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบ โดยผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความพึงพอใจให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความชัดเจนทางภาษาและความถูกต้องตามเนื้อหา และปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสม เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการประเมินได้จริง

5. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้ในการสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้น

6. นำแบบประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์และแปลความหมายว่าเป็นไปตามเกณฑ์การประเมินของลิเคอร์ต์ในระดับใด โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

เมื่อผู้วิจัยได้สร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง และเครื่องมืออื่นๆ เรียบร้อยแล้ว จึงใช้สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ที่ผ่านเกณฑ์ประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง การทดลองใช้แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ตามที่ พิสนุ พองศรี [64] ได้กล่าวไว้โดยมีแบบแผนในการทดลอง ดังนี้

แบบแผนการทดลอง

การทดลองใช้แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลองกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว ที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

สอบก่อนเรียน	การจัดกระทำ	สอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

ความหมายของสัญลักษณ์

X แทน การจัดกระทำ (Treatment) เป็นการเรียนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียน โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน (Post-test)

1. ชี้แจงและแนะนำวิธีการใช้สภาพแวดล้อมทางการเรียน เพื่อเสริมสร้างทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์พกพาให้แก่กลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้เวลา 40 นาที เพื่อทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครั้งที่ 2 ใช้เวลา 40 นาที เพื่อทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และรวบรวมคะแนนสอบก่อนเรียน (Pretest) ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับของแต่ละคนไว้ เพื่อนำข้อมูลและคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อไป

4. การจัดกระทำ (Treatment) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมทางการเรียน โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้

5. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้งเช่นกัน ครั้งที่ 1 ใช้เวลา 40 นาที เพื่อทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครั้งที่ 2 ใช้เวลา 40 นาที เพื่อทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เก็บคะแนนสอบหลังเรียนของแต่ละคนไว้ เพื่อนำข้อมูลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อไป

6. การประเมินความพึงพอใจ เมื่อผู้เรียนศึกษาบทเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น

7. วิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาดำเนินการวิเคราะห์และแปลความหมาย

3.6 การจัดการกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการดำเนินการทดลอง นำสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงและเครื่องมือต่างๆ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างแล้ว จึงนำผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญ คะแนนสอบจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนสอบจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งแบบประเมินความพึงพอใจโดยกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ตามหลักสถิติ ดังต่อไปนี้ [67]

3.6.1 การวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

การประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ใช้กรรมวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การหาค่าเฉลี่ยและการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยคำนวณค่าที่ได้จากการตอบแบบประเมินคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและสื่อการนำเสนอของ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนำข้อมูลจากการประเมินด้วยเกณฑ์การประเมินตามระดับคุณภาพ 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำหนักคะแนนดังต่อไปนี้ [53]

ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	4.50-5.00	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์ดีมาก
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	3.50-4.49	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์ดี
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	2.50-3.49	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.50-2.49	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์พอใช้
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.00-1.49	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์ที่ควรปรับปรุง

ค่าที่ยอมรับได้คือ 3.50 ขึ้นไป

3.6.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ใช้การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยที่ E_1 เป็นคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้ E_2 เป็นคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อวิเคราะห์หาค่า E_1/E_2 ได้แล้ว ก็นำมาเปรียบเทียบกับเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ 80/80 หรือไม่

3.6.3 การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ ทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้กรรมวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงส์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยประเมินจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จากนั้นนำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มาทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะมาแล้ว เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ จากนั้นจึงหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยนำค่าที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

เกณฑ์การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงส์เชิงพฤติกรรม

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
$IOC \geq 0.5$	แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพราะวัดตามวัตถุประสงส์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจริง
$IOC < 0.5$	แสดงว่าข้อคำถามนั้นไม่ได้วัดวัตถุประสงส์ข้อนั้นจริง ซึ่งไม่มีความตรงตามเนื้อหา จึงควรตัดทิ้ง หรืออาจปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น [54]

เกณฑ์การหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

ค่าความยาก (P)			
0.00-0.19	หมายถึง	ข้อสอบมีความยาก	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
0.20-0.39	หมายถึง	ข้อสอบค่อนข้างยาก	} ข้อสอบใช้ได้
0.40-0.60	หมายถึง	ข้อสอบยากพอเหมาะ	
0.61-0.80	หมายถึง	ข้อสอบค่อนข้างง่าย	
0.81-1.00	หมายถึง	ข้อสอบง่าย	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง

ค่าอำนาจจำแนก (r)

0.40 ขึ้นไป	หมายถึง	}	จำแนกได้ดีมาก	ใช้ได้
0.30-0.39	หมายถึง		จำแนกได้ดี	
0.20-0.29	หมายถึง		จำแนกได้พอใช้	
0.00-0.19	หมายถึง	}	จำแนกได้ต่ำ	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
ค่าติดลบ	หมายถึง		จำแนกไม่ได้	

เกณฑ์การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) ซึ่งใช้ สูตร KR.20 ค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 โดยจะพิจารณาเฉพาะค่าที่เป็นบวกเท่านั้น ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.70 จึงจะถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นดี โดยมีเกณฑ์ ดังนี้ [68]

0.01 - 0.40	หมายถึง	ระดับต่ำ
0.41 - 0.70	หมายถึง	ระดับปานกลาง
0.71 - 0.90	หมายถึง	ระดับสูง
0.91 - 1.00	หมายถึง	ระดับสูงมาก

3.6.4 การประเมินความพึงพอใจ

การประเมินความพึงพอใจเป็นการหาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ใช้กรรมวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การหาค่าเฉลี่ยและการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณค่าที่ได้จากการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งนำข้อมูลจากการประเมินด้วยเกณฑ์การประเมินตามระดับคุณภาพ 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง	พึงพอใจมาก
3	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำหนักคะแนนดังต่อไปนี้ [67]

ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	4.50-5.00	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมากที่สุด
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	3.50-4.49	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมาก
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	2.50-3.49	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจปานกลาง
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.50-2.49	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจน้อย
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.00-1.49	หมายถึง	อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจน้อยที่สุด

ค่าที่ยอมรับได้คือ 3.50 ขึ้นไป

3.6.5 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

พัฒนาการหรือการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง พิจารณาจากการทดสอบค่าที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และพัฒนาการทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วยสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นโดยวิเคราะห์ค่านัยสำคัญไว้ที่ระดับ .05

3.6.6 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน

พัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ พิจารณาจากการทดสอบค่าที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วยสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นโดยวิเคราะห์ค่านัยสำคัญไว้ที่ระดับ .05

3.7 สถิติที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ข้อมูลและสรุปผลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้สถิติเพื่อคำนวณหาค่าต่างๆ ตามสูตรที่ใช้โดยทั่วไป เพื่อทดสอบเครื่องมือให้มีคุณภาพเหมาะสม ดังนี้

3.7.1 สถิติพื้นฐาน

ก. การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) เป็นการวัดค่ากลางของข้อมูล [69]

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{\sum f}$$

โดยที่

$\bar{X}$	หมายถึง	คะแนนเฉลี่ย
f	หมายถึง	ความถี่
$\sum fX$	หมายถึง	ผลรวมทั้งหมดของความถี่คูณคะแนน
$\sum f$	หมายถึง	ผลรวมทั้งหมดของความถี่

ข. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีสูตรดังนี้ [69]

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

โดยที่

X	หมายถึง	คะแนนแต่ละตัวในกลุ่มตัวอย่าง
f	หมายถึง	ความถี่
N	หมายถึง	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ก. สถิติที่ใช้สำหรับหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม [70]

สูตร

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

เมื่อ

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ข. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ [71]

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

เมื่อ	P	หมายถึง	ค่าความยากง่าย
	R	หมายถึง	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	หมายถึง	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ค. สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้ [72]

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

เมื่อ	r	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนก
	P _H	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P _L	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

ด. สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรคูเดอร์- ริชาร์ด สัน สูตรที่ 20 (KR-20) มีสูตรดังนี้ [71]

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n pq_i}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r _u	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	หมายถึง	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	p	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก
	q	หมายถึง	1-p = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด
	S _t ²	หมายถึง	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

3.7.3 การหาประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมทางการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ผู้วิจัยได้นำสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงมาหาค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1 / E_2 ดังนี้ [66]

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

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

ประสิทธิภาพ คือ E_1 / E_2

เมื่อ	E_1	=	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	X	=	คะแนนจากกิจกรรมระหว่างเรียน
	F	=	คะแนนของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	=	จำนวนนักเรียน
	E_2	=	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	A	=	คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียน
	B	=	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	$\sum x$	=	คะแนนรวมของกิจกรรมระหว่างเรียน
	$\sum F$	=	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นผลจากการประเมินที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของการประเมินกระบวนการระหว่างการทำทดลองใช้ สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นการประเมินจากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายเรื่อง ระบบสุริยะแต่ละเรื่องย่อย

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของการประเมินผลลัพธ์ เป็นการประเมินขั้นสุดท้ายของนักเรียน ซึ่งพิจารณาจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

3.7.4 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ใช้สูตร t-test แบบ Dependent

นำผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนและก่อนเรียนไปเปรียบเทียบกับตาราง t คำนัยสำคัญที่ระดับ .05 ด้วยการคำนวณจากสูตรดังนี้ [70]

สูตร

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

$$df = N-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน