

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ที่ใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยจัดสมาชิกเข้ากลุ่มด้วยการสุ่มหรือเลือก และมีการวัดผลก่อนทำการทดลองทั้งสองกลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งได้รับการจัดกระทำ (treatment X) อีกกลุ่มหนึ่งไม่ได้รับการจัดกระทำเพื่อให้ได้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม (Randomized pretest -posttest control group design) ตามลำดับ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2550, หน้า 337) เขียนแบบแผนการวิจัยได้ดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	T _{1E}	X ₁	T _{2E}
C	T _{1C}	X ₂	T _{2C}

เมื่อ	X ₁	แทน	วิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	X ₂	แทน	วิธีสอนแบบปกติ
	T _{1E} , T _{2E}	แทน	การสอบก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลองตามลำดับ
	T _{1C} , T _{2C}	แทน	การสอบก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มควบคุมตามลำดับ
	E	แทน	กลุ่มทดลอง (experimental group) ด้วยวิธีสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	C	แทน	กลุ่มควบคุม (control group) ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

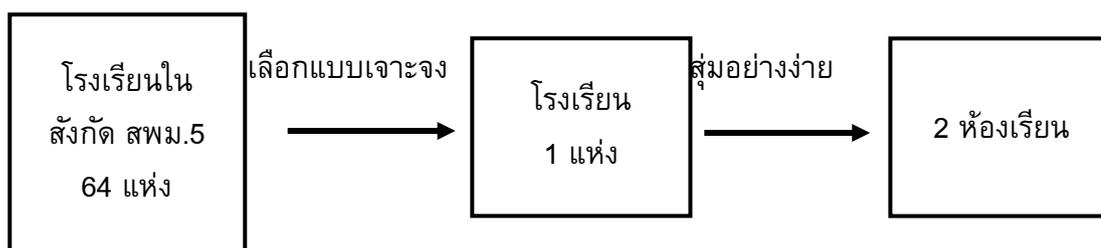
ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 จำนวน 64 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนท่าวังวิทยาคาร ตำบลท่าวัง อำเภอท่าวัง จังหวัดลพบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เจาะจง จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีจับสลากได้ห้องเรียนที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 34 คน โดยใช้วิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และห้องเรียนที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 38 คน โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ แสดงได้ดังภาพ 2



ภาพ 2 ลักษณะการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน จำนวน 15 ชั่วโมง

3. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน จำนวน 15 ชั่วโมง

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ครอบคลุมเนื้อหา ตัวชีวิตและจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

5. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้วัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบวัดมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ทั้งเชิงนิมิต (positive) และเชิงนิเสธ (negative) จำนวน 30 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและดำเนินวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ เวลาเรียน และตัวชี้วัดตามหลักสูตร จากหนังสือ คู่มือครู ฤกษ์ฤกษ์ เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งศึกษาหลักการออกแบบ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนเครือข่าย และสื่อการสอนประเภทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องการสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2 กำหนดโครงสร้าง เนื้อหาสาระ จำนวนชั่วโมงที่เรียน และตัวชี้วัดของรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาสาระ หัวข้อเรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งหัวข้อหลัก หัวข้อย่อย ได้เนื้อหาสาระทั้งหมด 3 หัวข้อการเรียนรู้ คือ รูปร่างลักษณะของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ และหน้าที่ของส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

1.3 นำโครงสร้าง เนื้อหาสาระ จำนวนชั่วโมงที่เรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยดังกล่าวผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเนื้อหาและโครงสร้าง ซึ่งได้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ครอบคลุมเนื้อหาในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแผนผังงานและบัตรเรื่องเพื่อให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ดังกล่าว

1.5 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกราฟิกและการออกแบบและด้านเทคนิคแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้ โดยใช้ค่าประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (IOC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 จึงถือว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อยู่ในระดับคุณภาพดี และมีความสอดคล้องตามเกณฑ์ทั้ง 3 ด้าน

1.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการตรวจของผู้เชี่ยวชาญ ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้วกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบอีกครั้ง แล้วจึงนำไปทดลองใช้ (try out) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้รูปแบบการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม ดังนี้

1) ทดลองแบบเดี่ยว คือ การทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนท่าวังวิทยาคาร ปีการศึกษา 2556 ที่ไม่เคยได้เรียนในเนื้อหาความรู้ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์มาก่อน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการจับฉลากเลือกนักเรียนที่ได้จากกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มสูง กลุ่มละ 1 คน โดยใช้การจัดกลุ่มของฝ่ายวิชาการเป็นเกณฑ์ เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างนี้ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นทั้ง 3 หัวข้อการเรียนรู้ พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.33/71.67 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ 80/80 ในขณะที่เรียนผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เพื่อตรวจความถูกต้องที่นักเรียนทำได้และหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนในเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านต่างๆ เช่น ลำดับการนำเสนอ ภาพ เสียง และสีของตัวอักษร เป็นต้น และให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกหัด ไปกิจกรรมระยะเวลาในการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ให้เหมาะสมกับแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขด้านเนื้อหา ภาษา กราฟิก การออกแบบ เสียงคำบรรยาย เวลาที่ใช้ในการเรียนและการฝึกปฏิบัติกิจกรรม

2) การทดลองแบบกลุ่มเล็ก โดยผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนท่าวังวิทยาคาร ปีการศึกษา 2556 ที่ไม่เคยได้เรียนในเนื้อหาความรู้ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์มาก่อน จำนวน 9 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ได้มาจากการจับสลาก กลุ่มละ 3 คน ในขณะที่เรียนผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เพื่อตรวจความถูกต้องที่นักเรียนทำได้ พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.49/76.67 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์

ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ 80/80 ต่อจากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขด้านเสียง ภาพ เนื้อหา และแบบฝึกหัด อีกครั้งหนึ่ง

3) การทดลองภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ 80/80 โดยผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ที่อยู่ในโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย ประจำปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คน พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.18/81.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ 80/80

2. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ เวลาเรียน และตัวชี้วัดตามหลักสูตร จากหนังสือ คู่มือครู ทัศนฎี เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาของบทเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์

2.2 กำหนดโครงสร้าง เนื้อหาสาระ จำนวนชั่วโมงเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอนและช่วงเวลาที่กำหนดไว้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งหัวข้อหลัก หัวข้อรอง ได้หัวข้อการเรียนทั้งหมด 3 หัวข้อ คือ รูปร่างลักษณะของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดี่ยวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ และหน้าที่ของส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

2.3 นำโครงสร้าง เนื้อหาสาระจำนวนชั่วโมงเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อหลัก หัวข้อรอง ดังกล่าว มาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ พร้อมแบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยให้สอดคล้องกับทุกหัวข้อการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนื้อหาในบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับชั้น สภาพแวดล้อมและสภาพสังคมของผู้เรียน

2.4 ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีความสามารถมีประสบการณ์ในการสอนและมีผลงานทางวิชาการเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้นี้ ซึ่งใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์และความตรง ซึ่งผู้วิจัยได้ขอเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงแก้ไข ให้ครอบคลุมเนื้อหาการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ประเมินค่าดัชนีความ

สอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43, 4.29 และ 4.35 ตามลำดับ ซึ่งให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานและมีคุณภาพสำหรับการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการสอนเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิธีการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ เวลาเรียน และตัวชี้วัดตามหลักสูตร จากหนังสือ คู่มือครู วิทยุ เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาของบทเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์

3.2 กำหนดโครงสร้าง เนื้อหาสาระ จำนวนชั่วโมงเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอนและช่วงเวลาที่กำหนดไว้ เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งหัวข้อหลัก หัวข้อรอง ได้หัวข้อการเรียนทั้งหมด 3 หัวข้อ คือ รูปร่างลักษณะของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ และหน้าที่ของส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

3.3 นำโครงสร้าง เนื้อหาสาระ จำนวนชั่วโมงเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อหลัก หัวข้อรอง ดังกล่าว มาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ พร้อมแบบฝึกหัดแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยให้สอดคล้องกับทุกหัวข้อการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนื้อหาในบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับชั้น สภาพแวดล้อมและสภาพสังคมของผู้เรียน

3.4 ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถมีประสบการณ์ในการสอนและมีผลงานทางวิชาการ เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ และความตรง ซึ่งผู้วิจัยได้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ครอบคลุมเนื้อหาการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00, 4.29 และ 4.27 ตามลำดับ ซึ่งให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานและมีคุณภาพสำหรับการหาประสิทธิภาพ

ของนวัตกรรมการสอนเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ทดสอบก่อนและหลังทดลองสอน กับนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ และกระบวนการต่างๆ ในการวัดผล หลักการเขียนแบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบ (selection type) แบบหลายตัวเลือก (multiple-choice) จากหนังสือและเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 11-13), เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2540, หน้า 82) และสมพร เชื้อพันธ์ (2547, หน้า 59) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

4.2 วิเคราะห์ขอบเขตของเนื้อหา คำอธิบายรายวิชา และตัวชี้วัดตามหลักสูตร จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยใช้ตารางการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด (table of specification) ซึ่งเป็นความสามารถในการเรียนรู้ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้

4.3 สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือตอบไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตรวจสอบคุณภาพข้อสอบขั้นต้น ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้พิจารณาความเป็นปรนัยของข้อสอบและความยากง่ายของคำถามคำตอบของข้อสอบในแต่ละข้อด้วยการตรวจสอบความชัดเจนของภาษาที่ใช้เขียนคำถามคำตอบ โดยยึดหลักเมื่ออ่านแล้วความจะสื่อความหมายและเข้าใจตรงกัน ใช้ภาษาง่ายพอเหมาะกับผู้ตอบ อ่านชัดเจนไม่เป็นภาษากำกวม รวมทั้งความถูกต้องสมบูรณ์ของคำตอบที่มีให้เลือกและคำชี้แจงในการตอบ

4.4 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นนี้ ไปประเมินความถูกต้องและหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาอีกครั้ง โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญการวัดผลและด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความรู้ความสามารถมีประสบการณ์ในการสอน และมีผลงานทางวิชาการเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ที่พบว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 60 ข้อ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 สามารถนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไปได้

4.5 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ที่เคยเรียน เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ มาแล้ว ได้แก่

นักเรียนโรงเรียนท่าวังวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 เพื่อหาความเหมาะสมของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.37 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.53

4.6 พิจารณาปรับปรุงและคัดเลือกข้อสอบที่ครอบคลุมตัวชี้วัด เพื่อสร้างเป็นแบบทดสอบ จำนวน 40 ข้อ นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกับข้อ 4.5 เพื่อหาค่าความเที่ยงรายฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ตามวิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.53 และมีค่าความเที่ยงรายฉบับเท่ากับ 0.88 ซึ่งมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยต่อไป

5. การสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัด โดยมีขั้นตอน ดังนี้

5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จากทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ธีรภูมิ เอกะกุล, 2550, หน้า 42) โดยผู้วิจัย เลือกใช้วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้ตอบแบบวัด ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนามาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ จำนวน 42 ข้อ ประกอบด้วยข้อความเชิงนิมมาน (positive) และข้อความเชิงนิเสธ (negative) อย่างละ 21 ข้อ โดยข้อคำถามในการวัดแต่ละข้อต้องครอบคลุม องค์ประกอบการเรียนรู้การสอน และพฤติกรรมการคิดที่มีผลต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้และความเชื่อ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรมการแสดงออก

5.3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับของความเห็น และความรู้สึกของผู้ตอบแบบวัด คือ ถ้าหากผู้ตอบแบบวัดเลือกคำตอบ เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือเห็นด้วย หรือไม่แน่ใจ หรือไม่เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง กับข้อความในแบบวัดที่เป็นข้อความเชิงนิมมาน ผู้ตอบจะได้คะแนนเจตคติเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ในลักษณะตรงข้าม ถ้าหากผู้ตอบแบบวัดเจตคติเลือกคำตอบเห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือเห็นด้วย หรือไม่แน่ใจ หรือไม่เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง กับข้อความในแบบวัดที่เป็นข้อความเชิงนิเสธ ผู้ตอบจะได้คะแนนเจตคติเป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

5.4 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติของนักเรียนที่ตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ได้ ดังนี้

- 1) ถ้านักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติตั้งแต่ 4.51 - 5.00 หมายถึง นักเรียนมีระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด
- 2) ถ้านักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติตั้งแต่ 3.51 - 4.50 หมายถึง นักเรียนมีระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มาก
- 3) ถ้านักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติตั้งแต่ 2.51 - 3.50 หมายถึง นักเรียนมีระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลาง
- 4) ถ้านักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติตั้งแต่ 1.51 - 2.50 หมายถึง นักเรียนมีระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์น้อย
- 5) ถ้านักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติตั้งแต่ 1.00 - 1.50 หมายถึง นักเรียนมีระดับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด

5.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนี้ เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้ข้อเสนอแนะโดยตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบทดสอบ แล้วจึงนำแบบวัดไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยการหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ ให้เป็นแบบวัดที่มีคุณภาพ พบว่า คะแนนเฉลี่ยแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขแบบวัดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5.6 พิจารณาคัดเลือกแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยข้อความเชิงนิมมาน (positive) และข้อความเชิงนิเสธ (negative) อย่างละ 15 ข้อ ข้อคำถามในการวัดแต่ละข้อต้องครอบคลุมองค์ประกอบการเรียนการสอนและพฤติกรรมความคิดที่มีผลต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้และความเชื่อ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม การแสดงออกแล้วผู้วิจัยจึงจัดพิมพ์แบบทดสอบ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเที่ยงของแบบวัดเจตคติทั้งฉบับ พบว่า มีค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติเท่ากับ 0.88 ซึ่งมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมทั้งการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
2. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปหาประสิทธิภาพ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

3. ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

4. ทำการสอนเนื้อหา เรื่อง เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ ตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้ทั้ง 3 หัวข้อการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบปกติ ใช้ระยะเวลาในการวิจัย เป็นเวลาปกติ กลุ่มละ 15 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 สัปดาห์

5. หลังจากการสอนเสร็จสิ้นลง ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบและแบบวัดชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

6. เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด เพื่อนำไปจัดทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยกรหาค่าความตรงตามเนื้อหาและความตรงตามโครงสร้าง ซึ่งใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกหัดและแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญตามสูตร IOC

2. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาค่าความตรงตามเนื้อหา ซึ่งใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนที่คาดหวังของแบบทดสอบได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ตามสูตร IOC วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาได้จากสูตรค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก หาความเที่ยงของแบบทดสอบใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

3. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าความตรงตามเนื้อหา ซึ่งใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญตามสูตร IOC วิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ หาได้จากสูตรค่าอำนาจจำแนก หาความเที่ยงของแบบวัดใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้ค่าเฉลี่ยและวิธีการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยทางสถิติ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. สถิติพื้นฐานได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ย (mean) โดยใช้สูตร (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2547, หน้า 176)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยหรือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X$ แทน ผลรวมของค่าข้อมูลหรือคะแนนในกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยใช้สูตร (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2547, หน้า 276)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 X แทน ค่าข้อมูลหรือคะแนนแต่ละตัว
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยหรือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

2.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1 / E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, และคนอื่นๆ, 2521, หน้า 136; วุฒิชัย ประสารสอย, 2543, หน้า 39)

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ
 E_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบถูก จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ

$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากแบบฝึกหัด
$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
B	แทน	คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน

2.2 การหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้สูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2547, หน้า 242)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ ซึ่งข้อคำถามในการวิจัยครั้งนี้ให้รวมหมายถึง สื่อ การสอนหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบวัด และ แผนการจัดการเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.3 ค่าความยากง่าย (difficulty) โดยใช้สูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2547, หน้า 141)

$$P = \frac{p_H + p_L}{2n}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	p_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	p_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	2n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.4 ค่าอำนาจจำแนก (discrimination) ของแบบทดสอบ

$$r = \frac{p_H - p_L}{n}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	p_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	p_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.5 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดเจตคติหรือความเที่ยงตรงเชิงจำแนกรายข้อ (discrimination validity) โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson product moment correlation) (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2530, หน้า 99)

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน
	X	แทน	คะแนนของข้อความแต่ละข้อความ
	Y	แทน	คะแนนรวมของแบบวัดเจตคติทั้งฉบับ
	n	แทน	จำนวนคนที่ได้รับการวัดเจตคติ

สำหรับการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ใช้สูตร

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \sim t_{n-2}$$

2.6 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามวิธีของ กูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2547, หน้า 247)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดแต่ละข้อ ($q = 1 - p$)

2.7 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติ ตามวิธีของของ ครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรการคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha coefficient) (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2547, หน้า 247)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α	แทน	สัมประสิทธิ์แอลฟาหรือสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัด
n	แทน	จำนวนข้อคำถาม
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อคำถามแต่ละข้อ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานได้แก่

3.1 ทดสอบความแตกต่างกันของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร match-paired t-test (พิชิต ฤทธิ์จัญญู, 2547, หน้า 307)

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

เมื่อ t	แทน	เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยการทดสอบค่าที่
D	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
n	แทน	จำนวนคู่ของตัวอย่าง

3.2 ทดสอบความแตกต่างกันของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนหลังเรียน 2 กลุ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้สูตรที่ใช้ในการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวตามขั้นตอน (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2533, หน้า 188-191) ดังนี้

3.2.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรร่วม โดยคำนวณหาผลรวมของผลต่างกำลังสอง (sum of square) ของตัวแปรร่วม ได้แก่ ผลรวมของผลต่างกำลังสองรวม (SS_{t_x}) ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างกลุ่ม (SS_{b_x}) และผลรวมของผลต่างกำลังสองภายในกลุ่ม (SS_{w_x})

$$\text{เมื่อ } SS_{t_x} = \sum_j \sum_i X_{ij}^2 - \frac{(\sum_j \sum_i X_{ij})^2}{N}$$

$$SS_{b_x} = \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})^2}{n} - \frac{(\sum_j \sum_i X_{ij})^2}{N}$$

$$SS_{w_x} = \sum_j \sum_i X_{ij}^2 - \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})^2}{n}$$

3.2.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตาม โดยคำนวณหาผลรวมของผลต่างกำลังสองของตัวแปรตาม ได้แก่ ผลรวมของผลต่างกำลังสองรวม (SS_{t_y}) ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างกลุ่ม (SS_{b_y}) และผลรวมของผลต่างกำลังสองภายในกลุ่ม (SS_{w_y})

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } SS_{t_y} &= \sum_j \sum_i Y_{ij}^2 - \frac{(\sum_j \sum_i Y_{ij})^2}{N} \\ SS_{b_y} &= \frac{\sum_j (\sum_i Y_{ij})^2}{n} - \frac{(\sum_j \sum_i Y_{ij})^2}{N} \\ SS_{w_y} &= \sum_j \sum_i Y_{ij}^2 - \frac{\sum_j (\sum_i Y_{ij})^2}{n} \end{aligned}$$

3.2.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลคูณของตัวแปรร่วมและตัวแปรตาม โดยคำนวณหาผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตาม ได้แก่ ผลรวมของผลคูณรวม ($SS_{t_{xy}}$) ผลรวมของผลคูณระหว่างกลุ่ม ($SS_{b_{xy}}$) และผลรวมของผลคูณภายในกลุ่ม ($SS_{w_{xy}}$)

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } SS_{t_{xy}} &= \sum_j \sum_i X_{ij} Y_{ij} - \frac{(\sum_j \sum_i X_{ij})(\sum_j \sum_i Y_{ij})}{N} \\ SS_{b_{xy}} &= \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})(\sum_i Y_{ij})}{n} - \frac{(\sum_j \sum_i X_{ij})(\sum_j \sum_i Y_{ij})}{N} \\ SS_{w_{xy}} &= \sum_j \sum_i X_{ij} Y_{ij} - \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})(\sum_i Y_{ij})}{n} \end{aligned}$$

3.2.4 คำนวณค่าผลรวมของผลต่างกำลังสองของตัวแปรตามหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (adjusted sum of square) ได้แก่ ผลรวมของผลต่างกำลังสองรวมหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (SS'_{t_y}) ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างกลุ่มหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (SS'_{b_y}) และผลรวมของผลต่างกำลังสองภายในกลุ่มหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (SS'_{w_y})

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } SS'_{t_y} &= SS_{t_y} - \frac{(SS_{t_{xy}})^2}{SS_{t_x}} \\ SS'_{b_y} &= SS'_{t_y} - SS'_{w_y} \end{aligned}$$

$$SS'_{w_Y} = SS_{w_Y} - \frac{(SS_{w_{XY}})^2}{SS_{w_X}}$$

3.2.5 คำนวณค่าของตัวแปรตามที่ปรับด้วยตัวแปรร่วมในแต่ละกลุ่มของตัวแปรอิสระ (adjusted treatment group means) ตามสมการ

$$\bar{Y}'_{.j} = \bar{Y}_{.j} - b_{YX}(\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..})$$

เมื่อ $\bar{Y}'_{.j}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของกลุ่ม j ที่ได้รับการปรับค่าแล้ว

$\bar{Y}_{.j}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของกลุ่ม j

$\bar{X}_{.j}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรร่วมของกลุ่ม j

$\bar{X}_{..}$ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของตัวแปรร่วม

b_{YX} คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย ซึ่งหาได้จากสูตร

$$b_{YX} = \frac{SS_{w_{XY}}}{SS_{w_X}}$$

$$\text{หรือ } b_{YX} = \frac{\sum_j \sum_i (X_{ij} - \bar{X}_{..})(Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})}{\sum_j \sum_i (X_{ij} - \bar{X}_{..})^2}$$

3.2.6 คำนวณค่าสถิติ F ที่ใช้ในการทดสอบ

$$F = \frac{MS'_{b_Y}}{MS_{w_Y}} \sim F_{J-1, N-J-c} (1-\alpha)$$

เมื่อ c แทน จำนวนตัวแปรร่วม

J แทน จำนวนกลุ่ม

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2.7 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ดังนี้

ตาราง 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df _c	MS	F	SINNIFF.OFF
ตัวแปรร่วม	SS_{b_x}		MS_{b_x}	MS_{b_x} / MS'_{w_y}	$P(F > F_c)$
ตัวแปรอิสระ	SS'_{b_y}	J-1	MS'_{b_y}	MS'_{b_y} / MS'_{w_y}	$P(F > F_c)$
ส่วนที่เหลือ	SS'_{w_y}	N-J-c	MS'_{w_y}		
รวม	SS_{t_y}	N-1			

เมื่อ SS_c คือ ผลรวมของผลต่างกำลังสองที่เกิดจากตัวแปรร่วม
 SS'_b คือ ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการปรับค่าแล้ว
 SS'_w คือ ผลรวมของผลต่างกำลังสองภายในกลุ่มที่ได้รับการปรับค่าแล้ว

$$SS_t = SS_c + SS'_b + SS'_w$$