

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างเครื่องมือสื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือนผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีในสถาบันอุดมศึกษาเอกชนเขตกรุงเทพมหานคร ที่เปิดสอนวิชาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยเป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนา (Research and Development) ด้วยการสร้างเครื่องมือสื่อการเรียนการสอนและแบบทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียนรู้ (PreTest and PostTest) เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล และนำมาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติใน การหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าร้อยละ (Percentage) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)และการทดสอบค่าที (t-test) ค่าระดับความยากง่าย (Easiness index) และค่าอำนาจจำแนก(Discriminate index) ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและค้นคว้าตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนในการพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

เนื่องจากการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนา ประชากรที่ใช้ศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร คัดเลือกจากสถาบันอุดมศึกษาเอกชนจำนวน 23 มหาวิทยาลัย นักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีการเรียนในรายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากการจำแนกประชากรเป็น 3 ขนาด คือขนาดใหญ่มีจำนวน 5 สถาบัน สถาบันขนาดกลางจำนวน 5 สถาบันและขนาดเล็กมีจำนวน 13 สถาบัน และมีความใกล้เคียงของรูปแบบของวิชาที่เปิดสอนที่มีการเรียนการสอนในรายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยแบ่งกลุ่มประชากรออกเป็น 3 ขนาด มาตจำนวนนักศึกษา ดังนี้ (กัลยา คงอนุมัติ.2550:68-69)

- 1.ขนาดใหญ่ ได้แก่ มหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษามากกว่า 17.000 คน
- 2.ขนาดกลาง ได้แก่ มหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษามากกว่า 10,000 คน
- 3.ขนาดเล็ก ได้แก่ มหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาต่ำกว่า 10.000 คน

ตารางที่ 3.1 แสดงขนาดของมหาวิทยาลัยจำแนกตามขนาดมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยขนาดเล็ก	
1	สถาบันอาศรมศิลป์
2	วิทยาลัยเซนต์หลุยส์
3	วิทยาลัยทองสุข
4	วิทยาลัยรัชต์ภาคย์
5	สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น
6	มหาวิทยาลัยเกริก
7	วิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ
8	วิทยาลัยดุสิตธานี

มหาวิทยาลัยขนาดเล็ก (ต่อ)	
9	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
10	มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น
11	วิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
12	มหาวิทยาลัยธนบุรี
13	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
มหาวิทยาลัยขนาดกลาง	
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
2	มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต
3	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
4	มหาวิทยาลัยสยาม
5	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
มหาวิทยาลัยขนาดใหญ่	
1	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
2	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
3	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
4	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
5	มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ที่มาข้อมูล: www.info.mua.go.th

กลุ่มตัวอย่าง

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ จะใช้ประชากร เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร คัดเลือกจากสถาบันอุดมศึกษาเอกชนจำนวน 23 มหาวิทยาลัย มาจำนวน 3 สถาบัน คือ มหาวิทยาลัยศรีปทุม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และมหาวิทยาลัยเกริก ที่มีการเรียนการสอนในรายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ปีการศึกษา 2552

การวิจัยครั้งนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นด้านบรรยากาศและเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนของนักศึกษาภายใต้องค์กรเอกชนและนักศึกษาที่เป็นกลุ่มประชกรนั้นต่างการเรียนการสอนอยู่ภายใต้ผู้สอนที่ต่างกัน ดังนั้น สภาวะด้านบรรยากาศและเครื่องมือในการเรียนการสอนอาจจะมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากวิธีการเรียนการสอนรวมทั้งบรรยากาศและเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนที่แตกต่างไปตามคุณลักษณะของผู้สอน โดยที่นักศึกษาที่เรียนอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเดียวกันน่าจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด (Homogeneous) และระหว่างมหาวิทยาลัยน่าจะมีลักษณะที่แตกต่างกันมากที่สุด (Heterogeneous) ด้วยเหตุนี้วิธีการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิจัยครั้งนี้จึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยมีมหาวิทยาลัยเป็นตัวแปรจำแนกกลุ่ม (Classified variable) โดยยึดตามขนาดจำนวนนักศึกษาของมหาวิทยาลัย คือ ขนาดใหญ่ กลาง และเล็กและมีนักศึกษาเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Units) โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง ตามขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แต่ละสถาบันจัดตามสภาวะแวดล้อมของตน ดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างอย่างง่ายโดยเลือกมหาวิทยาลัยที่อยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานครเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 2 ในแต่ละมหาวิทยาลัย ใช้การสุ่มแบบเจาะจงโดยการแบ่งมหาวิทยาลัยเป็น 3 ขนาด ตามขนาดของจำนวนนักศึกษาคือ ใหญ่ กลาง เล็ก เลือกมาอย่างละ 1 สถาบัน

ขั้นตอนที่ 3 ในแต่ละมหาวิทยาลัย สุ่มจากประชากรนักศึกษา โดยใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจงจากจำนวนห้องที่เปิดสอน ซึ่งในแต่ละสถาบันใช้ 1 ห้อง ขนาดของห้องเรียนแต่ละห้องเป็นไปตามขนาดของสถาบันทั้ง 3 รูปแบบคือ ใหญ่ กลาง เล็ก โดยนักศึกษาจัดคละกันเป็นนักศึกษาทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน และแต่ละมหาวิทยาลัยขนาดกลุ่มตัวอย่างขนาดของห้องเรียนแต่ละห้องเป็นไปตามขนาดของสถาบัน

ดังนั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามขนาดของห้องเรียนตามสถาบัน ดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันอุดมศึกษา	ตัวอย่าง(คน)
มหาวิทยาลัยศรีปทุม	20-80
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	50-120
มหาวิทยาลัยเกริก	20-80
รวม	200

3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้สื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ลงทะเบียนเรียนวิชา คอมพิวเตอร์เบื้องต้น ในสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต แบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และแบบประเมินคุณภาพสื่อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ สื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในเขต กรุงเทพมหานคร คัดเลือกจากสถาบันอุดมศึกษาเอกชนมาจำนวน 3 สถาบันที่ลงเรียนวิชา คอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ตอนที่ 2 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เป็นแบบปรนัย (Objective test) เลือกตอบ 4 ตัวเลือกมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว จำนวน 40 ข้อ

ตอนที่ 3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและแบบประเมินทางด้านเทคโนโลยี ที่ใช้ประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

3.5 ขั้นตอนในการพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือสื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่าน

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบ มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน และเพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของบทเรียนการสอนเกี่ยวกับการ แนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีใน สถาบันอุดมศึกษาเอกชนเขตกรุงเทพมหานคร ที่เปิดสอนวิชาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ต

1.1 ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในรายวิชา เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้น จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จากหลาย สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน

1.2 ศึกษาคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อนำมาสร้างหัวข้อ การเรียนรู้ เนื้อหาแบ่งออกเป็นเรื่องๆ

ตามลำดับ ดังนี้

1.3.1 หน่วยที่ 1 หน่วยประมวลผล (System Unit) อาทิเช่น ซีพียู รอม แรม

1.3.2 หน่วยที่ 2 หน่วยนำเข้าข้อมูล (Input Unit) อาทิเช่น คีย์บอร์ด เมาส์

1.3.3 หน่วยที่ 3 หน่วยส่งออกข้อมูล (Output Unit) อาทิเช่น จอภาพ

เครื่องพิมพ์ ลำโพง

1.3.4 หน่วยที่ 4 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) อาทิเช่น ฮาร์ดดิสก์ ซีดีรอม

1.4 การตรวจเนื้อหาบทเรียนกับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และเทคนิค การออกแบบสื่อจำนวน 3 ท่าน พร้อมทั้งศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ วิธีการจัดการเรียนรู้ จาก เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่าน เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เพื่อให้การออกแบบบทเรียนตรงตามหลักวิชาการและสอดคล้องกับงานวิจัย มากที่สุด

1.5 ศึกษาการทำงานโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ โปรแกรม Adobe Flash CS.3 โปรแกรม 3 DMax โปรแกรม DreamWaver CS.3 โปรแกรม Adobe Photoshop CS.3 เป็นต้น

1.6 จัดทำสคิปและออกแบบหน้าจอสื่อการเรียนการสอน โดยเขียนให้อยู่ในรูปแบบผัง ภาพ ใช้เครื่องมือเรียกว่า Storyboard นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อการสอนประเมินจำนวน 3 ท่าน เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงแก้ไขสื่อให้ถูกต้องและดียิ่งขึ้น

1.7 จัดเตรียมข้อมูล ใบบาง แบบทดสอบ การบ้าน ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดิทัศน์ เสียง และข้อมูล ให้อยู่ในรูปของไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

1.8 เขียนโปรแกรมสื่อการเรียนการสอน เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต

1.9 นำโปรแกรมที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อการสอนประเมินจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทั้งในด้านเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ ความสวยงาม ความทันสมัย การเชื่อมโยง ในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย

2. สร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยการตรวจให้คะแนนที่ตอบถูกให้ คะแนน 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่า 1 คำตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว จึงทำการวิเคราะห์เพื่อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แต่ละข้อโดยใช้เทคนิค 27 %ของกลุ่มสูง- กลุ่มต่ำ เพื่อคัดเลือกข้อทดสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยศรีปทุม ซึ่งจะเป็นประชากรที่ใช้ในการทำแบบทดสอบจำนวน 30 คน และนำข้อสอบไปทำการปรับปรุงเพื่อนำมาเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาหลักสูตร ความมุ่งหมายของหลักสูตร

2.2 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องจำนวน 3 คน

2.3 ทำการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แต่ละข้อโดยใช้เทคนิค 27 %ของกลุ่มสูง- กลุ่มต่ำ เพื่อคัดเลือกข้อทดสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือในด้านความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น และค่าอำนาจจำแนก (Validity, Reliability, and Discriminative Power) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1. ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ผู้วิจัยจะทำการส่งเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Technology) จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาในแต่ละข้อคำถามที่ใช้วัดตัวแปร และพิจารณาความครอบคลุมของจำนวนข้อคำถามที่ใช้ในแบบวัดแบบทดสอบดังกล่าว จากนั้นจะได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (รายนามในภาคผนวก ข.)

2.3.2 ด้านความเชื่อมั่น (Reliability) เครื่องมือวิจัยแบบทดสอบจะถูกนำไปทดลองใช้ กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดโดยใช้วิธีการหาความคงที่ภายในของการวัด (Internal consistency) ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient:) ซึ่งผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด แสดงในภาคผนวก ค.

2.3.3 ด้านค่าอำนาจจำแนก (Discriminative Power) ผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้มาทำการวิเคราะห์อำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดด้วยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของแต่ละตัวแปร (Corrected item – total Correlation) หลังจากนั้นจะได้พิจารณาปรับปรุงหรือตัดข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำอีกต่อไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของเครื่องมือวัด แสดงในภาคผนวก ค.

2.4 ทำการวิเคราะห์แบบทดสอบ จากการวัดผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ผ่านการคัดเลือกมาทั้งหมดทุกข้อ มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธี KR – 20 (Kuder Richardson

3. สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อที่ใช้เพื่อการเรียนการสอน เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบฟอร์มประเมินผลสื่อมัลติมีเดีย

3.2 พิจารณาคูณลักษณะของสื่อ

3.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อ แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านเว็บ หมายถึง แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ ที่ใช้ประเมินคุณภาพบทเรียนการสอนผ่านเว็บ โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน แบบฟอร์มการประเมินผลสื่อมัลติมีเดียสร้างจากกรอบแนวคิดการประเมินคุณภาพของเว็บ (Everheart, 1996) ซึ่งแบ่งกรอบการประเมินผลออกเป็น

1. ความทันสมัย (Currency)
2. เนื้อหาและข้อมูล (Content and Information)
3. ความน่าเชื่อถือ (Authority)
4. การเชื่อมโยงข้อมูล (Navigation)
5. ความชัดเจนของข้อมูล (Experience)
6. ความเป็นมัลติมีเดีย (Multimedia)
7. การให้ข้อมูล (Treatment)

8. การเข้าถึงข้อมูล (Access)

9. ความหลากหลายของข้อมูล (Miscellaneous)

จากหลักการดังกล่าวข้างต้น ถูกนำมาเป็นแนวคิดสร้างแบบฟอร์มการประเมินผลสัมฤทธิ์มีเดีย เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงสื่อให้ดียิ่งขึ้น

3.4 นำแบบประเมินคุณภาพสื่อ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่าแบบลิเกอर्ट (Likert Rating Scale) (ศิริวรรณและคณะ, 2541: 167) เป็นมาตราวัดลักษณะของข้อความในเชิงบวก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบฟอร์มการประเมินผลสัมฤทธิ์มีเดียทำเครื่องหมาย ลงในช่องตัวเลือกที่ตรงกับความคิดเห็นมากที่สุดของข้อความแต่ละข้อ โดยการเลือกตอบจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ระดับมาก
- 3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ระดับน้อยที่สุด

เมื่อรวบรวมข้อมูลและแจกแจงความถี่แล้วจะใช้คะแนนเฉลี่ย แบ่งระดับคุณภาพเป็น 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

$$\frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}$$

จำนวนชั้น

$$= \frac{5-1}{5}$$

$$= 0.8$$

แปลความหมายของระดับคะแนนได้ ดังนี้

ระดับความมีคุณภาพ	ระดับคะแนน
มีคุณภาพมากที่สุด	4.21 – 5.00
มีคุณภาพมาก	3.60 - 4.20
มีคุณภาพปานกลาง	2.61 – 3.60
มีคุณภาพน้อย	1.81 – 2.60
มีคุณภาพน้อยที่สุด	1.00 – 1.80

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียนจากการใช้สื่อการเรียนการสอนและคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร ที่เปิดสอนวิชาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ดังต่อไปนี้

1. การรวบรวมด้านประชากร ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร คัดเลือกจากสถาบันอุดมศึกษาเอกชนจำนวน 23 มหาวิทยาลัย โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากการจำแนกประชากรเป็น 3 ขนาด คือขนาดใหญ่มีจำนวน 5 สถาบัน ขนาดกลางมีจำนวน 5 สถาบัน และขนาดเล็กมีจำนวน 13 สถาบัน และความใกล้เคียงของรูปแบบของคณะวิชาที่เปิดสอน ดังนั้นจึงได้ทำการคัดเลือกมหาวิทยาลัยเอกชนมาอย่างละ 1 สถาบันโดยจำแนกตามขนาดของมหาวิทยาลัยคือ ใหญ่ กลาง เล็ก รวมจำนวน 3 สถาบัน

แล้วจึงทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรนักศึกษา จาก 3 สถาบัน โดยใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจงจากจำนวน ห้องที่เปิดสอน ซึ่งในแต่ละสถาบันใช้ 1 ห้อง แต่ละ 1 ห้องมีจำนวนนักศึกษาตามขนาดของห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง ในแต่ละสถาบันนักศึกษาจัดคละกันเป็นนักศึกษาทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน

2. การรวบรวมด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเนื้อหาวิชาการแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยมีเนื้อหาของหลักสูตร จากที่ใดที่หนึ่งโดยเฉพาะ แต่จะศึกษาเนื้อหาจากหลายๆแหล่ง เพื่อนำมาจัดเนื้อหาให้อยู่ในรูปแบบทั่วไป โดยนำเนื้อหาที่ได้มาพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบสื่อการเรียนการสอนแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) ความจริงเสมือน (Virtual Reality) ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต

3. ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการทดลองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4. ขั้นตอนดำเนินการทดลองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นการทดลองการประเมินการเรียนรู้จากการใช้สื่อมัลติมีเดีย เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้สื่อ จะเป็นการตรวจสอบความรู้ของผู้ใช้ที่ได้รับจากการศึกษาสื่อมัลติมีเดีย ดังนั้นในระหว่างที่นำสื่อไปทดลองใช้ ผู้ประเมินจะต้องสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกของผู้ใช้เป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่พูด หรือกระทำ เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงสื่อให้ดียิ่งขึ้น โดยใช้การประเมินการเรียนรู้จากการใช้สื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ ตามลำดับดังต่อไปนี้

4.1 ติดตั้งโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่าน เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต พร้อมคู่มือการใช้โปรแกรม

4.2 ดำเนินการทดลองการประเมินการเรียนรู้จากการใช้สื่อมัลติมีเดีย เพื่อหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้สื่อ จะเป็นการตรวจสอบความรู้ของผู้ใช้ที่ได้รับจากการศึกษาสื่อ มัลติมีเดีย ดังนั้นในระหว่างที่นำสื่อไปทดลองใช้ ผู้ประเมินจะต้องสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกของ ผู้ใช้เป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่พูด หรือกระทำ เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงสื่อให้ดียิ่งขึ้น โดยใช้การประเมิน การเรียนรู้จากการใช้สื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ ซึ่งการประเมินในขั้นตอนนี้มี 3 ขั้นตอนด้วยกัน ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทดลองแบบรายบุคคล (One To One Testing or Individual Try Out)

โดยนำสื่อมัลติมีเดียไปทดลองใช้กับนักศึกษาเพียง 1 คน เพื่อสำรวจการสื่อ ความหมายแล้วให้ผู้ใช้แสดงความคิดเห็น จากนั้นนำข้อสังเกต และข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองกับคนอื่นต่อไป สำหรับจำนวนนักศึกษาที่ใช้ใน การทดลองในขั้นนี้ผู้ประเมินนำสื่อไป ทดลองใช้ด้วยตนเอง เพื่อจะได้ทำการสังเกตปฏิกิริยา ฟังความคิดเห็น และสามารถแก้ปัญหาที่อาจ เกิดการติดขัดในการศึกษาได้ทันที

ผลการทดลองครั้งที่ 1

การทดลองครั้งนี้ เป็นการตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้าน ต่าง ๆ โดยการบันทึกและจากการสังเกต เช่น ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของการนำเสนอ เนื้อหา ความชัดเจนของตัวอักษรและรูปภาพที่ใช้ในแต่ละเรื่อง ความชัดเจนของภาษาเสียงบรรยาย ตลอดจนความสอดคล้องกับสภาพการเรียนการสอนจริง

ผลการหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือนผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต พบว่า

1. ข้อความในบางตอนพิมพ์ผิดพลาด เช่น คำศัพท์เฉพาะทางคอมพิวเตอร์
2. ความชัดเจนของการใช้ภาษายังไม่ชัดเจนในเนื้อหา
3. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนยากเกินไป

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาปรับปรุง แก้ไขให้ถูกต้องและเหมาะสม หลังจากแก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว จึงนำบทเรียนไปทดลองแบบกลุ่มย่อย

ขั้นที่ 2 ทดลองแบบกลุ่มย่อย (Small Group Testing or Group Try Out)

การทดลองแบบกลุ่มย่อยเป็นการทดลองใช้กับนักศึกษาเป็นกลุ่ม ผู้วิจัยทำการสังเกตนักศึกษาแต่ละคน ดังนั้นจำนวนนักศึกษาในการทดลองแบบกลุ่มนี้มีจำนวน 10 คน ก็ถือว่าใช้ได้แล้ว ขั้นนี้เป็นการศึกษาถึงข้อผิดพลาดที่ผู้เรียนทุกคนกระทำ แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของสื่อ และผู้วิจัยมีการพูดคุยกับนักศึกษาหลังจากศึกษาเสร็จแล้วถึงประสบการณ์การเรียนรู้ที่เขาได้รับ

ขั้นที่ 3 ทดลองภาคสนาม (Field Testing or Try Out Testing)

เป็นการทดลองในภาวะเหมือนการเรียนการสอนทั่วไป จำนวน 30 คน ผู้วิจัยนำสื่อไปทดสอบภายใต้สถานการณ์ของการเรียนที่ปกติ จากนั้นใช้ข้อมูล และข้อเสนอแนะที่ได้รับมาปรับปรุงแก้ไข ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบดูว่า เมื่อสื่อถูกนำไปใช้โดยผู้อื่นแล้ว จะมีผลอย่างไร

โดยในการทดลองขั้นที่ 1 2 และ 3 นั้น จะต้องทำการทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม (Pre Test) และเมื่อศึกษาสิ้นสุดการเรียนรู้แล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post Test) เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความรู้ก่อนศึกษา และหลังศึกษาพบว่า นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นมากเพียงใด ผู้วิจัยจึงนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขสื่อต่อไป

3.3 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองทั้ง 3 ขั้นตอน ผู้วิจัยใช้สื่อที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว นำมาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้สื่อ ตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 (E1/E2) โดยนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 สถาบันต่อไป

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้รับแบบทดสอบและแบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียกลับคืนมาแล้ว ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบทดสอบถามและแบบประเมินคุณภาพแล้วนำมาลงรหัส (Coding) และประมวลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Version 11.0 for Windows จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดีย ปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 (E1/E2) (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2548:294-295) โดยใช้โปรแกรม SPSS+

2. วิเคราะห์เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ Fan กลุ่มสูง –กลุ่มต่ำ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2526:131-132) ที่มีระดับความยากง่ายระหว่าง .20- .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

3. วิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธี KR – 20 (Kuder Richardson, 1939:681-687: พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538:124)

4. วิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของสื่อทางการเรียนการสอนเกี่ยวกับ เรื่อง การแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ความจริงเสมือน ผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต โดยการใช้การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. เปรียบเทียบผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการใช้การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่

3.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 2. สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 (E1/E2) (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, 2548:294-295) โดยใช้โปรแกรม SPSS+

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 หาดัชนีความสอดคล้อง (IOC = Index of Item-Objective congruence)

3.2 วิเคราะห์หาค่าความง่าย (Easiness index) และค่าอำนาจจำแนก (Discriminate index) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 184)

3.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 209-215)

4. สถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของแต่ละกลุ่ม โดยใช้ t-test dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 104)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) Zล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 73) ดังนี้

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูล

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ,อังกฤษ สายยศ ล้วน สายยศ และ)
2539: (79 ดังนี้

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

เมื่อ	SD	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	N	แทน	จำนวนข้อมูล
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้ตามเกณฑ์
มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรกหมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ตัวหลังหมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ 80

โดยใช้สูตร E_1/E_2 2520 ,ชัยรงค์ พรหมวงศ์: 51

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

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

เมื่อ	E1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 หาดัชนีความสอดคล้อง (IOC = Index of Item-Objective congruence)

$$IOC = \frac{\sum r}{n}$$

เมื่อ IOC แทนดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum r$ แทนผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด
 N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

3.2 วิเคราะห์หาค่าความง่าย (Easiness index) และค่าอำนาจจำแนก (Discriminate index) ดังนี้

ค่าความง่าย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 184) ดังนี้

$$P = \frac{N_r}{N_t}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีค่าความง่าย
 N_r แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 N_t แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

ในการเลือกข้อสอบควรพิจารณาค่า P เท่ากับ 0.20 - 0.80

ค่าอำนาจจำแนก (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 184) ดังนี้

$$D = \frac{U}{n_u} - \frac{L}{n_l}$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
 U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
 L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
 n_u แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง
 n_l แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

ในการเลือกข้อสอบควรพิจารณาค่า D เท่ากับ หรือมากกว่า 0.20

3.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder Richardson (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 209-215) ดังนี้

$$r_n = \frac{N}{N-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_1^2} \right\}$$

เมื่อ	r_n	แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	S_1^2	แทนความแปรปรวนของแบบทดสอบ
	N	แทนจำนวนของแบบทดสอบ
	p	แทนสัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ
	q	แทนสัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ p-1

4. สถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

4.1 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของแต่ละกลุ่ม โดยใช้ t-test dependent (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 104) ดังนี้

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

เมื่อ	D	เป็นความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	เป็นจำนวนคู่

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY