

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการควบคุมการเคลื่อนไหวที่แบบอิสระและแบบจำกัด ภายในบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีผลต่อความเข้าใจในการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมี การออกแบบงานวิจัย กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเตรียมการและวางแผน วิธีดำเนินการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การออกแบบงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองในลักษณะ pretest-posttest design มีลักษณะดังนี้

$E_1 : T_1 \quad X_1 \quad T_2$

Ⓜ

$E_2 : T_1 \quad X_2 \quad T_2$

Ⓜ

- คือ การสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม
- E_1 และ E_2 คือ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ
- T_1 คือ การวัดผลก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- T_2 คือ การวัดผลหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- X_1 และ X_2 คือ การจัดกระทำ (Treatment) หรือการให้ตัวแปรทดลอง เป็นตัวแปรอิสระ ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 แบบ ได้แก่
- การควบคุมการเคลื่อนไหวที่แบบอิสระ (Free Movement Control)
 - การควบคุมการเคลื่อนไหวที่แบบจำกัด (Limited MovementControl) ตามลำดับ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ก. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายหญิงที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตการศึกษา 0 กรุงเทพมหานคร ที่เข้าร่วมโครงการเครือข่ายเพื่อโรงเรียนไทย (School Net) จำนวน 115 โรงเรียน (จากการสำรวจเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2545 จากเว็บ URL : <http://user.school.net.th/school-zone/Zone0.html>)

ข. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ของโรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม ซึ่งได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากรทั้งหมด โดยเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย จากนั้นใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีจับฉลากเพื่อเลือกห้องเรียนเข้ากลุ่มทดลอง 1 และ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีขั้นตอนในการเลือกและการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน มีเกณฑ์ในการเลือกดังนี้
 - 1.1 เป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนชายหญิง คณะผลการเรียนในแต่ละห้องเรียน
 - 1.2 มีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต พร้อม

โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม เป็นโรงเรียนที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์จึงได้รับคัดเลือกให้เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 8 ห้อง

2. การเลือกห้องเรียน

- 2.1 ใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก (simple random sampling) ออกมา 2 ห้อง
- 2.2 สุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากอีกครั้ง เพื่อจัดห้องเรียนทั้ง 2 ให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 และ 2 เพื่อเข้ารับการทดลองจากบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีรูปแบบต่างกัน ดังตาราง

ตารางที่ 3 : แสดงการจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง

เครื่องมือ	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)		
		ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนกับบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บ ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระ	1	16	14	30
กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนกับบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บ ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบจำกัด	1	13	17	31
รวม	2 ห้อง			61

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- กำหนดรูปแบบของเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ มีความแตกต่างกันดังนี้

รูปแบบที่ 1 บทเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระ

(Free Movement Control) URL : <http://www.mingkwan.net/vr1.htm> มีการนำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง "การย่อยอาหารของคน" ด้วยคำถามเพื่อดึงดูดความสนใจและสร้างความอยากรู้อยากเห็นตามทฤษฎีการสอนวิทยาศาสตร์ภายในบทเรียนมีการนำเสนอเนื้อหาด้วยกราฟิก 3 มิติ และผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงทันที(realtime)กับกราฟิก คือผู้เรียนสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ภายในสิ่งแวดล้อมเสมือน 3 มิติด้วยเมาส์ โดยการคลิกเมาส์ค้างไว้แล้วลากไปตามทาง ตรงไปหรือเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวา เปลี่ยนมุมมองได้อย่างอิสระทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่กำลังเคลื่อนที่อยู่ภายในนั้นได้จริง ซึ่งจะช่วยให้สามารถสำรวจอวัยวะเสมือน 3 มิติได้โดยรอบซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้ออกแบบสร้างและกำหนดจุดเชื่อมโยงต่างๆพร้อมคำอธิบาย ภายในสิ่งแวดล้อมเสมือนไว้พร้อมแล้ว ผู้เรียนจะเป็นเพียงผู้สำรวจและค้นพบข้อมูลต่างๆด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบที่ผู้เรียนสามารถทราบผลย้อนกลับและการเสริมแรงทันทีในแต่ละข้อ (ดังภาพตัวอย่างเครื่องมือที่แสดงไว้ใน ภาคผนวก ข.)

รูปแบบที่ 2 บทเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบจำกัด

(Limited Movement Control) ที่ URL : <http://www.mingkwan.net/vr2.htm> มีการนำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง "การย่อยอาหารของคน" ด้วยคำถามเพื่อดึงดูดความสนใจและสร้างความอยากรู้อยากเห็นตามทฤษฎีการสอนวิทยาศาสตร์ ภายในบทเรียนมีการนำเสนอเนื้อหาด้วยกราฟิก 3 มิติและผู้เรียน

มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับกราฟิกเช่นเดียวกับแบบที่ 1 แต่ ในแบบที่ 2 นี้ ผู้เรียนจะใช้ปุ่มควบคุมและเข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็วทันทีที่ต้องการโดยไม่ต้องเคลื่อนที่เองมาก ซึ่งปุ่มจะถูกจัดเรียงไว้เป็นหัวเรื่องย่อยตามวัตถุประสงค์ย่อยและในแต่ละเรื่องย่อยนั้นผู้เรียนก็สามารถเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อมเสมือนได้หากต้องการแต่จะอยู่ในขอบเขตที่ถูกจำกัดไว้เท่านั้น และมีแบบทดสอบที่ผู้เรียนสามารถทราบผลย้อนกลับและการเสริมแรงทันทีในแต่ละข้อเช่นเดียวกับแบบที่ 1 (ดังภาพตัวอย่างเครื่องมือที่แสดงไว้ในภาคผนวก ซ.)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ คือเนื้อหาวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง “การย่อยอาหารของคน” เป็นเนื้อหาที่มีความจำเป็นต้องใช้สื่อการสอนประเภทภาพ 3 มิติหรือสื่อของจริงมาก เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพและเข้าใจกระบวนการได้ดี โดยแบ่งเนื้อหาและวัตถุประสงค์ออกเป็น 4 ตอน ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 4 : แสดงการแบ่งเนื้อหาและวัตถุประสงค์

เนื้อหา	วัตถุประสงค์หลักของการเรียนรู้เชิงพฤติกรรม นักเรียนสามารถ...
ตอนที่ 1 การย่อยอาหารในปาก	อธิบายกระบวนการเคี้ยวและกลืนได้
ตอนที่ 2 การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	อธิบายการทำงานของน้ำย่อยแต่ละชนิด ในกระเพาะอาหาร ได้
ตอนที่ 3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	อธิบายกระบวนการย่อยและดูดซึม ภายใน ลำไส้เล็กได้
ตอนที่ 4 ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย	อธิบายขั้นตอนการขับถ่ายของคนได้

3. แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวโดยสร้างจากเนื้อเรื่องที่ใช้ในการวิจัยจำนวนข้อสอบที่ต้องการคือ 20 ข้อ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการนำเสนอบทเรียนเสมือนจริงผ่านทางเว็บไซต์เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระบบมัลติมีเดีย

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บทั้ง 2 แบบมีดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาและรายละเอียด เรื่อง " การย่อยอาหารของคน " วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2524 (ฉบับปรับปรุงใหม่ 2533) และวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ จากหนังสือและคู่มือการสอนชีววิทยา มัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
2. ออกแบบการสอน และเขียนแผนการสอนกำหนดวิธีสอนภายในเว็บด้วยวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ความเข้าใจ เรื่อง "การย่อยอาหารของคน"
3. ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 4 ท่าน และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแผนการสอน และวิธีสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
4. นำแผนการสอนมาจัดทำ สตอรี่บอร์ด (Storyboard) เพื่อออกแบบโครงสร้างของเว็บ ออกแบบกราฟิก 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Spazz3d กำหนดตำแหน่งจุดเชื่อมโยง สี ตัวหนังสือ สีพื้นหลัง เสียงประกอบ และองค์ประกอบศิลป์อื่น ๆ ตามทฤษฎีงานวิจัยที่ผ่านมาเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสร้างและออกแบบเว็บไซต์การเรียนการสอน 3 ท่าน และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมต่างๆและให้คำแนะนำเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขในเบื้องต้น
5. นำสตอรี่บอร์ด (Storyboard) ที่ผ่านการตรวจสอบ แก้ไขแล้วมาสร้างบทเรียน ความเป็นจริงเสมือนด้วยโปรแกรม Spazz3d ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับ ภาษาเวอร์เมอ (VRML) ซึ่งไฟล์ที่ได้จะมีนามสกุล *.wrl ที่ทำหน้าที่ประมวลผลร่วมกับโปรแกรมเสริม (Plug in) ผ่านทางเบราว์เซอร์ระบบเว็ลด์ ไรด์ เว็บ (World Wide Web : WWW) และโปรแกรม Flash5 และ Microsoft FrontPage 2000 เพื่อออกแบบส่วนประกอบอื่น ๆ ในโครงสร้างบทเรียน ทั้ง 2 แบบ ที่มีลักษณะการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระและจำกัดขอบเขตตามลำดับ จากนั้นส่งบทเรียนทั้ง 2 แบบให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสร้างและออกแบบเว็บไซต์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งตามคำแนะนำ

6. นำบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บทั้ง 2 แบบที่สร้างขึ้น ในเรื่อง "การย่อยอาหารของคน" ไปทดสอบหาประสิทธิภาพสื่อ 3 ขั้นตอน (วชิราพร อัจฉริยโกศล ,2536) กับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรีจำนวน 32 คน ซึ่งมีรายละเอียดและผลการทดสอบ (try out) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-on-one testing) ให้นักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 คน เรียนกับบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บทั้ง 2 แบบนี้เพื่อศึกษาการเรียนของผู้เรียนว่าสามารถเรียนได้อย่างคล่องแคล่ว และทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้หรือไม่ พร้อมทั้งบันทึกเวลาการทำกิจกรรมของผู้เรียน จากนั้นให้ลองทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจหลังเรียนทันที แล้วนำผลคะแนนและผลการพิจารณาไปปรับปรุงแก้ไข ในขั้นต้น ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า วัตถุประสงค์ของตอนเรียนที่ 1 2 และ 4 ยังไม่ผ่านเกณฑ์ 90/90 (ดังแสดงในตารางที่ ภาคผนวก ง.) ซึ่งผู้วิจัยนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขในขั้นแรก และผลการบันทึกเวลามีดังนี้

- ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน 15-20 นาที
- คนที่ 1 เรียนเว็บไซต์ที่ 1 (Free Movement Control) 50 นาที
- คนที่ 2 เรียนจากเว็บที่ 2 (Limited Movement Control) 30 นาที
- ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบหลังเรียนประมาณ 30 นาที

ขั้นที่ 2 ทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing) กับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยแบ่งให้ทดลองเรียนกับบทเรียนแบบละ 5 คน โดยมีวิธีการปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองจริงทุกประการตามเวลาที่บันทึกได้จากขั้นที่ 1 และมีการทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บ โดยเทียบประสิทธิภาพที่ได้กับเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และผลการทดสอบหาประสิทธิภาพกลุ่มเล็กนี้ยังไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ความผิดพลาดของเครื่องมือและการทดสอบได้ดังตาราง

ตารางที่ 5 : แสดงการวิเคราะห์ปัญหาที่พบจากการทดสอบ (try out) กลุ่มเล็ก และวิธีการแก้ไขปัญหาเพื่อปรับปรุงและนำไปใช้ในการทดลอง ลำดับต่อไป

ปัญหาที่พบ	วิธีแก้ไข
เนื้อเรื่องบางส่วนยังไม่ชัดเจน ตามคำถามในแบบทดสอบ	แก้ไขเนื้อหาใน VR ให้ตรงกับคำถาม
ภาพ 3 มิติแสดงผลภาพช้าในบางจุด	ลดขนาดไฟล์ที่ไม่จำเป็นออกไป
ใช้เวลาในการฝึกเคลื่อนที่ด้วยเมาส์น้อยเกินไป คือ 10 นาที	เพิ่มเวลาฝึกเป็น 15-20 นาที

ขั้นที่ 3 ทดสอบกลุ่มใหญ่ (Large group testing) ทดลองใช้บทเรียนและแบบทดสอบกับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยแบ่งออกเป็น กลุ่มละ 10 คนทดลองเรียนกับบทเรียนทั้ง 2 แบบ จากนั้นทำแบบทดสอบหลังเรียนและนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ ตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เช่นเดียวกับขั้นที่ 2 โดยที่ 90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่ม (Class Mean) คิดเป็นร้อยละ และ 90 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละ 90 ของผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์แต่ละข้อของสื่อการเรียนการสอน (วชิราพร อัจฉริยโกศล , 2536) จากนั้นตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงพร้อมทั้งขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อแก้ไขสื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดพร้อมที่จะนำไปทดลองจริง ซึ่งผลการทดสอบหาประสิทธิภาพกลุ่มใหญ่แสดงไว้ในตาราง : ภาคผนวก ง.)

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความเข้าใจ เรื่อง "การย่อยอาหารของคน" เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น มีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และผ่านขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาและรายละเอียด เรื่อง "การย่อยอาหารของคน" วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2524 (ฉบับปรับปรุงใหม่ 2533) และคู่มือการสอนชีววิทยา มัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ
2. สร้างตารางโครงสร้างกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมในการวัด รวมทั้งน้ำหนัก (จำนวนข้อ) ของเครื่องมือ ในเบื้องต้น ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 6 : เนื้อหา พฤติกรรมในการวัด และน้ำหนักเครื่องมือ

เนื้อหา	ความจำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	ประเมิน	รวม(ข้อ)
ตอนที่ 1 การย่อยอาหารในปาก	1	6	-	3	-	10
ตอนที่ 2 การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	2	4	-	3	1	10
ตอนที่ 3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	2	5	-	3	-	10
ตอนที่ 4 ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย	2	7	1	-	-	10
รวม	7	22	1	9	1	40

3. สร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนตามวัตถุประสงค์ โดยสร้างเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยสร้างในเบื้องต้น 40 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดในแต่ละวัตถุประสงค์ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมในการวัดสำหรับจำนวนข้อสอบนั้นออกเกินจำนวนที่ต้องการจริงร้อยละ 50 ตามคำแนะนำที่ให้ข้อสอบเกินจำนวนที่ต้องการจริงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 25 (บุญชม ศรีสะอาด , 2535) ซึ่งข้อสอบที่ต้องการจริงในการเก็บข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้คือ 20 ข้อ

4. นำแบบทดสอบที่ได้ทั้ง 40 ข้อ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 4 ท่านตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความครอบคลุมของเนื้อหา การใช้คำ ลักษณะคำถามวัดความเข้าใจ ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ จากนั้นปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

5. นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดสอบกับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ที่เคยมีประสบการณ์ในการเรียนเรื่อง "การย่อยอาหารของคน" มาแล้วจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ได้รับการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี

6. นำแบบทดสอบที่ผู้เรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ถูกต้องข้อละ 1 คะแนน แล้วนำไป วิเคราะห์ความยากง่าย (P) อำนาจจำแนก (D) โดยเทคนิคร้อยละ 25 แบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของผู้สอบทั้งหมด จากนั้นปรับปรุงแก้ไข และคัดเลือกข้อสอบให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือต้องมีระดับความยากอยู่ระหว่าง 44 ถึง 90 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ (ดังแสดงในตารางวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนก : ภาคผนวก จ.)

7. นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว 20 ข้อไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบโดยนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในข้อสอบทั้งฉบับมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงด้วยสูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson Formular 20) ก่อนนำไปทดลองจริง ซึ่งผลการคำนวณสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของข้อสอบอยู่ที่ค่า 0.63 (วิธีคำนวณแสดงในภาคผนวก จ และตัวอย่างแบบทดสอบในภาคผนวก ฉ)

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ตามลำดับดังนี้

1. เตรียมสถานที่และอุปกรณ์ (hardware) ในการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองกับบทเรียนเสมือนจริงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและมีการออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แต่เนื่องจากภาษาเวอร์เมอ (VRML) ที่ผู้วิจัยใช้สร้างบทเรียนนั้นจำเป็นต้องมีการประมวลผลร่วมกับโปรแกรมเสริมชื่อ CosmoPlayer จึงจะสามารถแสดงภาพที่หน้าจอได้ซึ่งโปรแกรมเสริมนี้ยังไม่มีในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป เช่นเดียวกับโปรแกรมเสริมของไฟล์มัลติมีเดียชนิดอื่นดังนั้นเพื่อให้สะดวกในการทดลองและเก็บข้อมูลผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องจัดให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนมัธยมวัดดุสิตารามที่ผู้วิจัยได้เตรียมการติดตั้งโปรแกรมเสริมไว้ล่วงหน้าแล้วซึ่งดาวน์โหลดและติดตั้งฟรีได้จากเว็บไซต์ จากนั้นจัดให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียพีซี 1 ชุดต่อนักเรียน 1 คน โดยใช้เวลาที่ทางโรงเรียนจัดให้ทำการออนไลน์บทเรียนพร้อมกันในห้องทดลองแต่ละกลุ่ม

2. วิธีดำเนินการ

2.1 กำหนดเวลาในการทดลอง 2 วัน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 ทดลองกับเว็บไซต์วันละ 1 แบบตามลำดับ ใช้เวลาวันละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งทั้ง 2 วันนี้จัดให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมือนกัน ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ห้องเดียวกัน ดังนี้

ตารางที่ 7 : กำหนดวัน เวลาและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง กับกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่มทดลอง	จำนวน	เครื่องมือที่ใช้	ทดลองวันที่	เวลา
1	30 คน	บทเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีการเคลื่อนที่แบบอิสระ URL: http://www.mingkwan.net/vr1.htm	25 พ.ย. 2545	9.30 – 11.10
2	31 คน	บทเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีการเคลื่อนที่แบบจำกัด URL: http://www.mingkwan.net/vr2.htm	27 พ.ย. 2545	14.30–16.10

2.2 เริ่มการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

2.2.1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างเข้าประจำที่เรียบร้อยแล้ว ก่อนดำเนินการทดลอง ทั้ง 2 วัน ผู้วิจัยอธิบายชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองในเว็บ จากนั้นจัดเวลาให้กลุ่มตัวอย่างฝึกหัดการใช้เมาส์อย่างถูกวิธีเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของกราฟิกได้คล่อง ภายในสิ่งแวดล้อมเสมือนซึ่งผู้วิจัยได้จัดให้มีส่วนฝึกใช้เมาส์อยู่ในหน้าแรก (Homepage) ของบทเรียนทั้ง 2 รูปแบบ (ดังแสดงในภาคผนวก ข. และ ซ.) และจัดเวลาในการฝึกเบื้องต้น ประมาณ 15-20 นาที เหมือนกันทั้ง 2 กลุ่ม

2.2.2 แต่ละกลุ่มให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ เป็นเวลา 15 นาที (ดังแสดงในภาคผนวก ข.) เช่นเดียวกันทั้ง 2 วัน

2.2.3 วันที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 1 URL:<http://www.mingkwan.net/vr1.htm> ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระ และใช้เวลาเรียนประมาณ 45 นาที (ดังภาพในภาคผนวก ข.)

2.2.4 วันที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 2 URL:<http://www.mingkwan.net/vr2.htm> ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบจำกัด และใช้เวลาเรียนประมาณ 45 นาที (ดังภาพในภาคผนวก ข.)

2.2.5 ทุกกลุ่มทำแบบทดสอบหลังเรียน ใช้เวลาในการทำประมาณ 15 นาที

2.2.6 เวลาทั้งหมดสามารถยืดหยุ่นได้ตามความสามารถของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน เพราะอาจใช้เวลาในการเรียนและทำแบบทดสอบไม่เท่ากัน

2.3 ตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียนทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ถ้าตอบถูกได้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดไม่ได้คะแนน โดยมีคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
2. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้วยการทดสอบค่าที (t-test Independent) (สถิติที่ใช้แสดงอยู่ใน ภาคผนวก ค.)