

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัยและเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างตัวแบบสำหรับเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กบนเวปไซด์ไวด์เว็บ หรือ คัดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล และใช้เป็นตัวแบบสำหรับการออกแบบและพัฒนาบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก หรือ คัดส์เวอร์ชวลแล็บ (Kids' Virtual Lab) ขึ้นมาเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคัดส์เวอร์ชวลแล็บ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 การวางแผนการดำเนินงาน
- 3.2 การศึกษาค้นคว้าข้อมูล
- 3.3 การพัฒนาคัดส์เวอร์ชวลแล็บ โมเดล
- 3.4 การพัฒนาคัดส์เวอร์ชวลแล็บ
- 3.5 การกำหนดแบบแผนการทดลอง
- 3.6 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง
- 3.7 การวัดผลและประเมินผลการใช้งานคัดส์เวอร์ชวลแล็บ
- 3.8 เครื่องมือที่ใช้จัดทำคัดส์เวอร์ชวลแล็บ

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงาน เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง เพราะนอกจากจะช่วยในเรื่องของการจัดทำตารางเวลาที่ใช้ในการวิจัยแล้ว ยังช่วยให้สามารถดำเนินการวิจัยได้ตามแผนที่วางไว้อีกด้วย ผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินงานโดยใช้แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ซึ่งพัฒนาโดย Henry L. Gantt แผนภูมิแกนต์เป็นแผนภูมิแท่งที่ใช้ควบคุมโครงการ เป็นเครื่องมือที่จัดทำขึ้นเพื่อแสดงเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของกิจกรรมต่างๆที่ได้กำหนดไว้ในโครงการ โดยได้ผลของการวางแผนการดำเนินงาน ตามภาพที่ 3.1

3.2 การศึกษาค้นคว้าข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ในหัวข้อต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาตัวแบบของเกมเพื่อการศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแบบของเกม และตัวแบบของเกมเพื่อการศึกษา จากบทความที่ตีพิมพ์ในนิตยสารวิชาการต่างประเทศ รวมถึงบทความจากเว็บไซต์ต่างๆ หลากหลายตัวแบบ ของนักวิชาการหลายท่าน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับเกมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก

3.2.2 ศึกษาหลักการออกแบบบทเรียนและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำหลักการที่ได้มาประยุกต์ใช้เป็นหลักในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ของตัวผู้เรียนกับสื่อ

3.2.3 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พุทธศักราช 2551

โดยศึกษาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 92-94, 100) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ที่ 1.1 (มาตรฐาน ว 1.1) ซึ่งกำหนดมาตรฐานไว้ดังนี้ “เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต” ซึ่งมีตัวชี้วัดชั้นปี ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

1. ทดลองและอธิบายน้ำ แสง เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช
2. อธิบายอาหาร น้ำ อากาศ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์
3. สำรวจและอธิบายพืชและสัตว์ สามารถตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ และการสัมผัส
4. ทดลองและอธิบายร่างกายของมนุษย์ สามารถตอบสนองต่อแสง อุณหภูมิ และการสัมผัส
5. อธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและเจริญเติบโตของมนุษย์

ผู้วิจัยได้เลือกหัวข้อที่เกี่ยวกับ “ชีวิตพืช” มาเป็นหัวข้อหลักในการพัฒนาระบบคิดส์เวอร์ชวลแล็บ เนื่องจากพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่ตอบสนองต่อปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตภายนอกอย่างซ้ำๆ ซึ่งเมื่อทดลองจริงอาจมองเห็นผลการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ชัดเจน การทดลองโดยใช้คิดส์

เวอร์ชวลแล็บจะทำให้นักเรียนมองเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้มากขึ้น นอกจากนี้พืชบางชนิดอาจหาของจริงได้ยากในบางพื้นที่ เช่น ต้นไมยราบ หรือ ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง เป็นต้น หรือพืชบางชนิดเป็นพืชที่เกิดตามฤดูกาล เช่น ต้นทานตะวัน ซึ่งเมื่อพ้นฤดูกาลที่ไปแล้ว ไม่สามารถที่จะทำการทดลองได้ การใช้คิคล์เวอร์ชวลแล็บ จะช่วยให้นักเรียนสามารถทำการทดลองได้ โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลา อีกทั้งในบางครั้งสถานศึกษาอาจมีปัญหในเรื่องของสถานที่ที่จะใช้ในการปลูกพืชชนิดต่างๆไว้เพื่อการทดลอง โดยเฉพาะสถานศึกษาที่อยู่ในตัวเมืองที่มีประชากรหนาแน่นอาจมีพื้นที่จำนวนไม่มากนัก ดังนั้น หัวข้อเรื่อง ชีวิตพืช นี้จึงเหมาะที่จะนำมาปรับให้เป็นระบบการเรียนรู้แบบเสมือนจริง เพราะเราสามารถก้าวข้ามข้อจำกัดในวิธีการเรียนการสอนแบบเดิมได้

3.2.4 ศึกษาวิธีสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีใช้งานโปรแกรม Adobe® Flash® ทั้งในส่วนองวิธีการใช้งานเครื่องมือที่ใช้สำหรับวาดรูปต่างๆ รวมถึงภาษาที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรม ซึ่งก็คือภาษา ActionScript 3.0 จากตำราภาษาไทย และตำราภาษาต่างประเทศ รวมถึงบทความต่างๆทั้งในวารสารหรือบทความที่อยู่ในเว็บไซต์อินเทอร์เน็ต เพื่อนำความรู้ที่ได้มาทำการสร้างคิคล์เวอร์ชวลแล็บตามที่ได้ออกแบบไว้

3.2.5 ศึกษาเครื่องมือและภาษาเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Adobe® DreamWeaver® มาเครื่องมือหลักในการสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างเว็บเพจที่มีความสามารถครบถ้วน ทั้งในส่วนของการสร้าง (Create) แก้ไข (Edit) การแสดงผลหน้าตาของเว็บเพจ (Preview) และการส่งเอกสารเว็บเพจขึ้นไปบนระบบอินเทอร์เน็ต (Publish) อีกทั้งยังสนับสนุนภาษา HTML, XHTML, CSS, PHP และ JavaScript ที่ผู้วิจัยเลือกใช้อีกด้วย

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้โปรแกรม Apache Web Server ซึ่งเป็นโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่มีความสามารถสูงทั้งสำหรับการทดสอบและการใช้งานจริง PHP: Hypertext Preprocessor ใช้สำหรับแปล (Interpret) ภาษา PHP ที่ใช้ในการเขียนเว็บสคริปต์ และใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System: RDBMS) ของ MySQL เนื่องจากทำงานได้รวดเร็วและไม่เสียค่าใช้จ่าย

ผู้วิจัยได้ศึกษาภาษาเขียนโปรแกรมต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หลายภาษา ดังนี้

3.2.5.1 ภาษา HTML (HyperText Markup Language) และ ภาษา XHTML (eXtensible HyperText Markup Language) เป็นภาษาเชิงบรรยายเอกสารไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Document Description Language) ซึ่งใช้สำหรับการสร้างหน้าเว็บเพจ

3.2.5.2 CSS (Cascading Style Sheets) เป็นภาษาที่ออกแบบสำหรับใช้จัดรูปแบบของเอกสารไฮเปอร์เท็กซ์โดยเฉพาะ

3.2.5.3 PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) เป็นภาษาสำหรับใช้เขียนโปรแกรมซึ่งทำงานบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server-Side Programming Language)

3.2.5.4 JavaScript เป็นภาษาสำหรับใช้เขียนโปรแกรมซึ่งทำงานบนเครื่องไคลเอนต์ (Client-Side Programming Language)

3.2.6 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการต่างๆเพื่อนำมาสร้างแบบประเมินคุณภาพเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียได้ช่วยประเมินจิตส์เวอร์ชวลเเล็บ ได้อย่างตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3.2.7 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของบทเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือที่เกี่ยวข้อง เช่น “การวัดผลและประเมินผลการศึกษา” ของ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545) และ “การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน” ของ สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ (ทิวัตต์ มณี โชติ, 2549) เพื่อนำมาใช้สำหรับสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อจิตส์เวอร์ชวลเเล็บ

3.3 การพัฒนาจิตส์เวอร์ชวลเเล็บโมเดล

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์เกม และใช้โครงสร้างของเกม (Structure of Video Game) ของ Ernest Adams and Andrew Rollings (2007: 322) มาเป็นต้นแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ที่เน้นการออกแบบส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้เพื่อประกอบกันเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กที่สมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้

3.4 การพัฒนาคิดส์เวอร์ซวลแล็บ

การพัฒนาคิดส์เวอร์ซวลแล็บ ซึ่งเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ได้ใช้คิดส์เวอร์ซวลแล็บ โมเดลเป็นต้นแบบหลักในการพัฒนาว่าควรมีการไหลของข้อมูลอย่างไร และควรมีส่วนประกอบหลักภายในคิดส์เวอร์ซวลแล็บเป็นอะไรบ้าง ส่วนขั้นตอนการออกแบบและผลิตคิดส์เวอร์ซวลแล็บนั้น ได้ดัดแปลงจากแนวทางการออกแบบและผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของ รศ.ไพโรจน์ ตรีธรรนากุล (ไพโรจน์ ตรีธรรนากุล และคณะ, 2546: 54-68) โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.4.1 การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียด เนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตพืช เพื่อกำหนดได้ชัดเจนว่าผู้เรียนต้องเรียนอะไรบ้าง เรียนอะไรก่อนหรือหลัง เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนกันในแต่ละหัวข้อ ไม่ให้สิ่งที่ยูเรียนนั้นมากหรือน้อยเกินไป ยากหรือง่ายเกินไป ซึ่งในช่วงการวิเคราะห์เนื้อหานี้จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 การสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brainstorm Chart)

โดยผู้วิจัยได้ทำการระดมสมอง เพื่อระดมความคิดว่าหัวข้อเรื่องทั้งหมดที่ควรจะมีอยู่ในคิดส์เวอร์ซวลแล็บ นั้นประกอบด้วยหัวข้อเรื่องอะไรได้บ้าง

3.4.1.2 การสร้างแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart)

โดยผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มของหัวข้อที่ทำการระดมสมองมาได้ ให้อยู่ในหมวดหมู่ที่มีความสัมพันธ์กัน และมีการตัดหัวข้อบางเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 ทิ้งไป

3.4.1.3 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

โดยผู้วิจัยได้นำหัวข้อจากแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์มาทำการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยพิจารณาลำดับก่อนหลัง หรือคู่ขนานกันตามความเหมาะสม

3.4.2 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Design)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการคิดวิธีการสอน เพื่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยได้กำหนดกลวิธีในการนำเสนอหน่วยการเรียนรู้และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.2.1 การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Content Dividing)

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ โดยได้พิจารณาจากความคล้ายคลึงกันของเนื้อหาและกรอบเวลา

3.4.2.2 การออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ (Game Design)

ผู้วิจัยได้ออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยอิงจากเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยได้ออกแบบทั้งในส่วนของหน้าตา (Game Graphic Design) ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Game Interface Design) ส่วนของบทเรียน (Instruction Design) ส่วนของการเล่นเกม (Game Play Design) ส่วนของระบบการให้รางวัล (Reward System) รวมทั้งส่วนของเสียง (Sound Design) ที่ใช้ภายใน

3.4.2.3 การสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

เมื่อผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาและออกแบบเกมการทดลองวิทยาศาสตร์เรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ (Course Flow Chart) ขึ้น โดยนำแต่ละหน่วยเรียนมาจัดลำดับและความสัมพันธ์ในแนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา เพื่อให้ทราบถึงลำดับการนำเสนอเนื้อหาตามลำดับของหน่วยการเรียนรู้ได้สมบูรณ์

3.4.2.4 การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavior Objectives)

จากนั้นผู้วิจัยได้เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกำกับไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยได้กำหนดชัดเจนถึงพฤติกรรมที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นหลังจากเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยจบแล้ว

3.4.2.5 การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation Chart)

ในการออกแบบคิดส์เวอร์ชวลเสียนั้น แต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีโครงสร้างใกล้เคียงกัน ประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน การนำเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน การนำเสนอเนื้อหาสาระของบทเรียน การเสริมความเข้าใจในเนื้อหาด้วยเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ การสรุปเนื้อหา และการทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยได้เขียนแผนภูมิการนำเสนอโดยแยกเป็นแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะแยกเป็นแต่ละเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการพัฒนาหน่วยเรียนนั้นจะอ้างอิงตามเกมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นหลัก

3.4.3 การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ (Development)

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะในขั้นตอนนี้จะต้องมีการออกแบบเนื้อหาและหน้าตาของโปรแกรมและเกม เพื่อจะถูกนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมต่อไป

3.4.3.1 การเขียนรายละเอียดเนื้อหาหลงบนกรอบการสอน (Script Development)

ผู้วิจัยได้ทำการเขียนเนื้อหาและหน้าตาของโปรแกรมและเกม ลงบนกรอบการสอน ซึ่งเปรียบเสมือนสคริปต์ที่เป็นแนวทาง โครงร่าง หรือ ต้นแบบที่จะนำไปสร้างโปรแกรมในขั้นตอนต่อไป โดยเนื้อหาที่กำหนดลงไปในแต่ละหน้านั้น ได้กำหนดอย่างชัดเจนว่าเป็นตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือภาพวิดีโอ

ผู้วิจัยได้จัดทำกรอบการสอนโดยแยกเป็นแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะแยกเป็นแต่ละเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการพัฒนาหน่วยการเรียนนั้นจะอ้างอิงตามเกมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นหลัก

3.4.3.2 การจัดลำดับกรอบการสอน (Storyboard Development)

หลังจากจัดทำกรอบการสอนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอนมาจัดเรียงลำดับการนำเสนอตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งตรงตามแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยได้ทำการตรวจสอบให้ลำดับกรอบการสอนมีความต่อเนื่องกันเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยได้จัดลำดับกรอบการสอนโดยแยกเป็นแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะแยกเป็นแต่ละเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการพัฒนาหน่วยการเรียนนั้นจะอ้างอิงตามเกมการทดลองวิทยาศาสตร์เป็นหลัก

3.4.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Correctness Examination)

ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอนที่จัดลำดับแล้ว ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้ตรวจสอบเนื้อหาของ คัดสรรเวอร์ชวลแล็บ ว่าเนื้อหาถูกต้องดีแล้วหรือไม่

3.4.3.4 การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน (Test Creation)

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบที่ใช้สำหรับ การทดสอบก่อนเรียน, การทดสอบระหว่างเรียน และ การทดสอบหลังเรียน โดยออกแบบทดสอบในลักษณะเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (Multiple Choice) เนื่องจากง่ายต่อการตัดสินใจ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545: 207) โดยในเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 นั้น ให้มีตัวเลือก (Choice) 3 ตัวเลือก ตามคำแนะนำของ ล้วน สายยศ ซึ่งกล่าวไว้ว่า ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 4 นั้น ควรใช้ 3 ตัวเลือก (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545: 65) ซึ่งตรงกับคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3.4.4 การสร้างหน่วยการเรียนรู้ (Implementation)

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำเอากรอบการสอนตามลำดับที่ได้จัดทำไว้มาจัดทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถใช้บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้

3.4.4.1 การเลือกโปรแกรมที่ใช้จัดทำคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

ในคิตส์เวอร์ชวลแล็บที่จะสร้างขึ้นนั้นประกอบด้วยส่วนที่เป็นภาพนิ่ง (Still Image) ทั้งภาพที่เป็นแบบราสเตอร์ (Raster Graphic) หรือภาพบิตแมป (Bitmap Graphic) และภาพที่เป็นเวกเตอร์ (Vector Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) ทั้งเสียงดนตรีพื้นหลัง (Background Music: BGM) เสียงซาวด์เอฟเฟก (Sound Effect: SFX) และเสียงบรรยาย (Narrative Voice) ซึ่งจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมส่วนประกอบ (Components) ต่างๆเพื่อให้สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ รวมถึงคิตส์เวอร์ชวลแล็บเป็นบทเรียนและเกมที่ต้องใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ดังนั้นโปรแกรมที่เลือกใช้จะต้องมีความสามารถในการจัดการส่วนประกอบต่างๆ รวมถึงต้องสามารถเขียนโปรแกรมได้ และต้องใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย

ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Adobe® Flash® Professional มาเป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้าง Rich Internet Application (RIA) ที่เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรม (de factor) มีความสามารถในการวาดและจัดการรูปภาพทั้งแบบราสเตอร์และแบบเวกเตอร์ รวมถึงภาพเคลื่อนไหว มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมสามารถสร้างโปรแกรมที่ทำงานบนระบบอินเทอร์เน็ตได้ และสามารถใช้ผลิตงานออกมาได้อย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ ดังนั้นจึงเหมาะกับการนำมาใช้พัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

สำหรับโปรแกรมอื่นๆ นั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Adobe® Photoshop® เพื่อใช้ในการตัดต่อ (Retouch) และวาด (Paint) ภาพฉากหลัง (Background Image) รวมถึงภาพประกอบอื่นๆ Adobe® Audition® เพื่อใช้สำหรับการตัดต่อเสียงประกอบต่างๆ

3.4.4.2 การจัดเตรียมทรัพยากรและส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้จัดหาและสร้างทรัพยากรและส่วนประกอบต่างๆที่จำเป็นต่อการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บขึ้นมา เพื่อใช้ประกอบในการพัฒนาคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

3.4.4.3 การสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

ผู้วิจัยได้นำทรัพยากรและส่วนประกอบตามที่ได้จัดเตรียมไว้ นำเข้า (Imports) มาในโปรแกรม Adobe® Flash® จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยภาษา ActionScript เพื่อให้มีการโต้ตอบกับผู้เรียน จนกระทั่งออกมาเป็นบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ตามที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้

3.4.5 การสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS)

3.4.5.1 การวิเคราะห์ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนตามความจำเป็นที่ต้องนำมาใช้งาน พบว่าระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนที่ต้องการจะประกอบไปด้วย ระบบต่างๆ ดังนี้

1) ระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน (Course Management System) ใช้สำหรับจัดการหลักสูตรรายวิชา เช่น การเพิ่ม ลบ ปรับปรุง และเรียกดูหลักสูตร การเพิ่ม ลบ ปรับปรุง และเรียกดูเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2) ระบบจัดการไฟล์ (File Management System) ใช้สำหรับจัดการระบบไฟล์ และโพลเดอร์ ทั้งการแสดงผล การเพิ่ม การลบ การแก้ไข ไฟล์และโพลเดอร์

3) ระบบแสดงเนื้อหา (Show Learning Unit System) ใช้สำหรับแสดงเนื้อหาบทเรียนและเกมส์การทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็กในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้แก่ผู้ที่เข้ามาใช้งานระบบทุกท่าน

4) ระบบตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้งานระบบและตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งานระบบ (Authentication and Authorization System) ใช้สำหรับตรวจสอบการระบุตัวตนของผู้ใช้งานระบบ รวมถึงสามารถตรวจสอบสิทธิ์ว่ามีสิทธิ์ที่จะใช้งานระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร

3.4.5.2 การออกแบบระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนจัดการการเรียนการสอนตามที่ได้วิเคราะห์ออกมา โดยเขียนในรูปแบบของแผนภาพ Use Case (Use Case Diagram) และรายละเอียดของระบบงานแต่ละส่วน (Use Case Description)

3.4.5.3 การสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้สร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนตามที่ได้ออกแบบไว้

3.5 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ที่ได้จากการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) เริ่มจากให้กลุ่มทดลองทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จากนั้นทำการทดลอง โดยให้กลุ่มทดลองได้รับการเรียนด้วยคิเคิลส์เวอร์ชวลแล็บ แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) อีกครั้ง โดยใช้รูปแบบ One-Group Pretest-Posttest Design จากนั้นทดสอบด้วย t-test เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองเดียวกัน ก่อนเรียน และหลังเรียน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)	การทดลอง (Experimental)	การทดสอบหลังเรียน (Pre-Test)
R_E	T1	X	T2

สัญลักษณ์

- R_E คือ กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง (Randomized Experimental Group)
 T1 คือ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)
 X คือ การทดลอง โดยการเรียนรู้ด้วยคิตส์เวอร์ชวลแล็บ
 T2 คือ การทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

3.6 การกำหนดประชากรและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และโรงเรียนบ้านลำพญา

3.6.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 77 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านลำพญา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 9 คน รวมทั้งสิ้น 86 คน โดยได้มาจากการใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากร เพื่อมาเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งคือ กลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

3.7 การวัดผลและประเมินผลการใช้งานคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

3.7.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลคิตส์เวอร์ชวลแล็บ

ในส่วน of เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้น นอกจากการสร้างบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก และการสร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อก่อนหน้านี้แล้ว ยังต้องมี การวัดสมรรถนะของระบบ การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อคิตส์เวอร์ชวลแล็บ และการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย

3.7.1.1 การวัดสมรรถนะของระบบ

ผู้วิจัยได้วัดสมรรถนะ (Performance) ของระบบ โดยการวัดความเร็วในการดาวน์โหลด (Download) ข้อมูลจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) มายังเครื่องไคลเอนต์ (Client) โดยทำการจับเวลา ตั้งแต่เครื่องไคลเอนต์เริ่มส่งข้อมูลร้องขอ (Request) ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ รอจนกระทั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ตอบกลับ (Response) มายังเครื่องไคลเอนต์ รวมถึงส่งข้อมูลกลับมาอย่างครบถ้วน และโปรแกรมอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ (Internet Browser) สามารถแสดงผล (Render) หน้าเว็บเพจนั้นๆ ได้อย่างสมบูรณ์ โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Google Chrome เป็นเครื่องมือในการวัดสมรรถนะ โดยโปรแกรม Google Chrome นอกจากจะเป็นเบราว์เซอร์ ที่เปิดให้ใช้ได้ฟรี โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ แล้ว ยังมีความน่าเชื่อถือ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และนิยมใช้กันโดยทั่วไปอีกด้วย นอกจากนี้ในตัวโปรแกรมยังมีเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา (Developer tools) คิดมาเพื่อให้นักพัฒนาเว็บได้ใช้ สำหรับการตรวจสอบข้อผิดพลาด หรือวัดสมรรถนะของเว็บไซต์ได้ โดยไม่ต้องพึ่งพาโปรแกรมอื่นๆแต่อย่างใด

ผู้วิจัยได้วัดสมรรถนะของระบบ โดยใช้การเชื่อมต่อหลากหลายรูปแบบ ดังนี้

1) Local Host ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ จะเป็นการวัดสมรรถนะแบบที่ใช้เครื่องเซิร์ฟเวอร์และเครื่องไคลเอนต์เป็นเครื่องเดียวกัน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้วัดสมรรถนะ จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server Program) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ให้บริการเว็บ เอาไว้ด้วย โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Apache Web Server เพื่อทำหน้าที่นี้ จากนั้นทำการส่งคำร้องขอไปยังโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ รอจนกระทั่งโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ตอบกลับและส่งข้อมูลกลับมาทั้งหมด วิวัดในรูปแบบนี้เพื่อวัดสมรรถนะของระบบ โดยตัดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารออกไปนั่นเอง

2) ADSL LAN ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ จะใช้การเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่านระบบ ADSL (Asynchronous digital subscriber line) มายังอุปกรณ์เราเตอร์ (Router) และเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางสายแลน (Local Area Network หรือ LAN) โดยผู้วิจัยได้ใช้บริการของ ISP (Internet Service Provider) คือ TRUE Internet ที่ความเร็วในการรับข้อมูล 7 Mbps และความเร็วในการส่งข้อมูล 512 kbps จุดประสงค์เพื่อทำการวัดสมรรถนะของระบบ ในกรณีที่ผู้ใช้งานนั้นเชื่อมต่อระบบจากที่บ้าน

3) ADSL WLAN ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ จะคล้ายกับรูปแบบ ADSL LAN ต่างกันตรงที่การเชื่อมต่อจากเราเตอร์มายังคอมพิวเตอร์นั้นจะใช้ระบบการเชื่อมต่อแบบแลนไร้สาย (Wireless LAN หรือ WLAN) แทนที่จะเป็นแบบแลนมีสาย จุดประสงค์เพื่อทำการวัดสมรรถนะของระบบ ในกรณีที่ผู้ใช้งานนั้นเชื่อมต่อระบบจากที่บ้าน โดยผ่านระบบแลนไร้สาย

4) University WIFI ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเชื่อมต่อกับ WIFI Access Point ที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะของระบบ หากมีการใช้งานระบบภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตแบบไร้สาย

5) Public WIFI ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเชื่อมต่อกับ WIFI Hotspot ของ TRUE WIFI โดยได้ทำการทดสอบที่ห้างเดอะมอลล์ สาขางามวงศ์วาน เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะของระบบ หากผู้ใช้งานนั้นเชื่อมต่อระบบจากนอกบ้านแบบไร้สาย

6) From Cache ในการเชื่อมต่อรูปแบบนี้จะเป็นการเชื่อมต่อผ่าน Public WIFI เพียงแต่ไม่ใช่เป็นการเชื่อมต่อในครั้งแรก แต่เป็นการเชื่อมต่อในครั้งต่อมา หลังจากที่เคยได้เชื่อมต่อกับระบบมาแล้ว โดยเครื่องไคลเอนต์จะทำการเก็บค่าแคช (Cache) ของไฟล์ต่างๆที่เคยดาวน์โหลดเอาไว้แล้ว ทำให้บางไฟล์ไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดจากอินเทอร์เน็ตใหม่ วิธีวัดในรูปแบบนี้เพื่อวัดสมรรถนะของระบบ กรณีเข้าใช้งานระบบในครั้งต่อไป

โดยในการเชื่อมต่อแต่ละรูปแบบนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวัดสมรรถนะแยกเป็นแต่ละหน้าของ Web Page คือ หน้าแรก (Home) หน้าเกมขาดน้ำเหมือนขาดใจ (Game 1) หน้าเกมขาดแสงจันทร์ หงอยเหงา (Game 2) หน้าเกมถ่วงอกมาแล้วจ้า (Game 3) หน้าเกมมาปลูกต้นไม้กันเถอะ (Game 4) หน้าเกมลิ่งเร้ารอบต้น (Game 5) หน้าเข้าสู่ระบบ (Login) หน้าระบบจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน (Course Management) หน้าระบบจัดการไฟล์ (File Management) หน้าเกี่ยวกับคิตส์เวอร์ชวลแล็บ (About Kids' Virtual Lab) และ หน้าเกี่ยวกับผู้จัดทำ (About Author)

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของระบบนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งระดับของการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระดับการประเมินสมรรถนะของระบบ

เวลาที่ใช้	การประเมิน
น้อยกว่า 2 วินาที	สมรรถนะดีมาก
2-5 วินาที	สมรรถนะดี
5-10 วินาที	สมรรถนะปานกลาง
10-20 วินาที	สมรรถนะพอใช้
มากกว่า 20 วินาที	สมรรถนะควรปรับปรุง

3.7.1.2 การสร้างแบบทดสอบของหน่วยการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบของหน่วยการเรียนรู้ ที่ใช้สำหรับ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียน และ การทดสอบหลังเรียน โดยออกแบบเป็นแบบทดสอบในลักษณะเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (Multiple Choice) ที่มีตัวเลือก (Choice) 3 ตัวเลือก โดยได้ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทางการศึกษา (Study the Objective) กำหนดชนิดของแบบทดสอบ (Define Kind of Test) กำหนดจำนวนของข้อสอบ (Define Quantities of Test) 4 เตรียมงานและลงมือเขียนแบบทดสอบฉบับร่าง (Preparation and Draft of Test) วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ (Conduct Quality Analysis of Test) และ จัดพิมพ์แบบทดสอบ (Printing the Test) ตามลำดับ

3.7.1.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

1) แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา โดยประยุกต์จากขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม โดยไพฑูรย์ โพธิสาร (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545: 71) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

(1) กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบประเมิน รวมถึงขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการข้อเท็จจริง และจัดทำรายละเอียดของเนื้อหานั้นๆ

(2) กำหนดลักษณะคำถามที่จะใช้ในแบบประเมิน ซึ่งมีทั้งคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และ คำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Question) โดยคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า จะใช้สำหรับสอบถามในเรื่องความเหมาะสมด้านเนื้อหาของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ที่ได้จัดทำขึ้น ส่วนแบบสอบถามแบบคำถามปลายเปิด จะใช้สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นที่มีต่อด้านเนื้อหาของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก เพิ่มเติมจากที่มีอยู่ในคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า

(3) เขียนคำถามตามลักษณะที่ได้กำหนดเอาไว้ โดยให้คำถามมีความชัดเจน และในแต่ละข้อให้ถามเพียงประเด็นเดียวเท่านั้น ในส่วนของคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า นั้น ให้แบ่งระดับของการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ระดับการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

ระดับการประเมิน	การประเมิน
5 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพดีมาก
4 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพดี
3 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพปานกลาง
2 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพพอใช้
1 คะแนน	เนื้อหาดีมีคุณภาพควรปรับปรุง

(4) จัดหมวดหมู่ของคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 4 หมวดหมู่ คือ ส่วนของความถูกต้อง ส่วนของเนื้อหา ส่วนของภาพ และ ส่วนของแบบทดสอบ

(5) เขียนคำชี้แจงการใช้งานแบบประเมินอย่างชัดเจน

(6) ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน โดยขอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ร่วมตรวจสอบและให้คำแนะนำว่าควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไรบ้าง

(7) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน และส่งตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินจนกระทั่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มีความเห็นว่าแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่มีความเหมาะสมและพร้อมที่จะนำไปใช้ได้

(8) การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แบ่งคะแนนเฉลี่ยออกเป็นช่วงๆ และมีการแปลความหมายของการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การแปลความหมายการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาดีมาก
3.50 – 4.49 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาดี
2.50 – 3.49 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาปานกลาง
1.50 – 2.49 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาน้อย
1.00 – 1.49 คะแนน	คุณภาพด้านเนื้อหาน้อยที่สุด

2) แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

(1) กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบประเมิน ขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการข้อเท็จจริง และจัดทำรายละเอียดของเนื้อหาต่างๆ

(2) กำหนดลักษณะคำถามที่จะใช้ในแบบประเมิน ซึ่งมีทั้งคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และ คำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Question) โดยคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า จะใช้สำหรับสอบถามในเรื่องความเหมาะสมด้านสื่อมัลติมีเดียของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ที่ได้จัดทำขึ้น ส่วนแบบสอบถามแบบคำถามปลายเปิด จะใช้สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นที่มีต่อด้านสื่อมัลติมีเดียของบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก เพิ่มเติมจากที่มีอยู่ในคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า

(3) เขียนคำถามตามลักษณะที่ได้กำหนดไว้ โดยให้คำถามมีความชัดเจน และในแต่ละข้อให้ถามเพียงประเด็นเดียวเท่านั้น ในส่วนของคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า นั้น ให้แบ่งระดับของการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ระดับการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย

ระดับการประเมิน	การประเมิน
5 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพดีมาก
4 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพดี
3 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพปานกลาง
2 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพพอใช้
1 คะแนน	สื่อมัลติมีเดียมีคุณภาพควรปรับปรุง

(4) จัดหมวดหมู่ของคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 5 หมวดหมู่ คือ ส่วนของโปรแกรม ส่วนของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน ส่วนของภาพ ส่วนของตัวอักษร และ ส่วนของเสียง

(5) เขียนคำชี้แจงการใช้งานแบบประเมินอย่างชัดเจน

(6) ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน โดยขอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ร่วมตรวจสอบและให้คำแนะนำว่าควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไรบ้าง

(7) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และส่งตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินจนกระทั่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มี

ความเห็นว่าแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียนี้มีความเหมาะสมและพร้อมที่จะนำไปใช้ได้

(8) การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แบ่งคะแนนเฉลี่ยออกเป็นช่วงๆ และมีการแปลความหมายของการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การแปลความหมายการประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียดีมาก
3.50 – 4.49 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียดี
2.50 – 3.49 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียปานกลาง
1.50 – 2.49 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียน้อย
1.00 – 1.49 คะแนน	คุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดียน้อยที่สุด

3.7.1.4 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ โดยประยุกต์จากขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม โดยไพฑูรย์ โพธิสาร (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2545: 71) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม ว่าต้องการสอบถามในด้านไหนบ้าง และมีรายละเอียดอย่างไร

2) กำหนดลักษณะคำถามที่จะใช้ในแบบสอบถาม ซึ่งจะใช้คำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเด็ก จึงมีความเหมาะสมมากกว่าคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Question)

3) เขียนคำถามตามลักษณะที่ได้กำหนดไว้ โดยให้คำถามมีความชัดเจน และในแต่ละข้อให้ถามเพียงประเด็นเดียวเท่านั้น โดยแบ่งระดับของการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ระดับการประเมินความพึงพอใจ

ระดับการประเมิน	การประเมิน
5 คะแนน	พึงพอใจมากที่สุด
4 คะแนน	พึงพอใจมาก
3 คะแนน	พึงพอใจปานกลาง
2 คะแนน	พึงพอใจน้อย
1 คะแนน	ไม่พึงพอใจ

4) การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินความพึงพอใจ ได้แบ่งคะแนนเฉลี่ยออกเป็นช่วงๆ และมีการแปลความหมายของการประเมินความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินค่าเฉลี่ยตามแบบของ ระเบียบวิธีวิจัย (2536, 84, 164) ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การแปลความหมายการประเมินความพึงพอใจ

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00 คะแนน	พึงพอใจมากที่สุด
3.50 – 4.49 คะแนน	พึงพอใจมาก
2.50 – 3.49 คะแนน	พึงพอใจปานกลาง
1.50 – 2.49 คะแนน	พึงพอใจน้อย
1.00 – 1.49 คะแนน	ไม่พึงพอใจ

3.7.2 วิธีการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำข้อมูลมาใช้สำหรับวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนของการเรียน และ ความพึงพอใจของผู้เรียนนั้น ผู้วิจัยได้เตรียมการอย่างรัดกุม เพื่อรองรับทุกสถานการณ์ที่อาจจะต้องเจอ รวมถึงเตรียมการแก้ปัญหาต่างๆที่อาจจะพบ โดยใช้แนวทางจากงานวิจัยของ Thorsten Frohlich and Susan Feinberg (2006: 1-6) ที่เคยเข้าไปทำ User Test ในส่วนของ e-Learning Game ที่โรงเรียนประถมศึกษาศึกษามาก่อน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมการ (Preparation Phase) และ ขั้นตอนการทดลอง (Experimental Phase) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.7.2.1 ขั้นตอนการเตรียมการ (Preparation Phase)

1) ยื่นขอหนังสือรับรองไปหน่วยงานภายนอกจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอ สัมภาษณ์ อาจารย์ผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และ โรงเรียนบ้านลำ พยา

2) ยื่นหนังสือขออนุญาตทำการสัมภาษณ์ที่ได้มาจากบัณฑิตวิทยาลัย ต่อ ผู้อำนวยการโรงเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน) และ โรงเรียนบ้านลำพญา เพื่อขอสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2

3) เข้าสัมภาษณ์อาจารย์หัวหน้ากลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และ อาจารย์ผู้สอน วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเข้าใจถึงหลักสูตรและวิธีการเรียนการสอนที่ใช้กัน โดยทั่วไปของโรงเรียน และได้นำเสนอบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริง สำหรับเด็ก ต่ออาจารย์ผู้สอน เพื่อให้อาจารย์ได้ช่วยกรุณาวิจารณ์ และให้คำแนะนำว่าควรมีการ ปรับปรุงคิวดส์เวอร์ชวลแล็บในส่วนใดบ้าง เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับนักเรียน ได้อย่างมี ประสิทธิภาพมากที่สุด

4) ปรับปรุงบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำมา

5) นำบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ที่ ได้รับการปรับปรุงแล้ว รวมทั้งแบบทดสอบ ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาอีกครั้ง เพื่อขอคำแนะนำ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำที่ได้รับจนผ่านการพิจารณา

6) ส่งบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก และแบบทดสอบไปทำการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และปรับปรุงตามคำแนะนำ โดย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีจำนวน 4 ท่าน ประกอบไปด้วย

(1) ผศ. มณฑา นีรทัย

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิต แห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน)

(2) ผศ. ฉัชชา สุธลภา

อาจารย์วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา (วิทยาเขตบางเขน)

(3) อาจารย์ อนุสตรา เถลิสมศรี

อาจารย์วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

(4) อาจารย์ วีรวิษณุ วงศ์โรจน์

อาจารย์วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายประถม)

7) ส่งบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก
ไปทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย และปรับปรุงตามคำแนะนำ โดยผู้เชี่ยวชาญด้าน
สื่อมัลติมีเดีย มีจำนวน 3 ท่าน ประกอบไปด้วย

(1) อาจารย์ วิญญู นิรนาทล้ำพงศ์

อดีตหัวหน้าสาขาวิชาการออกแบบเชิงโต้ตอบและการพัฒนาเกม คณะ
เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) อาจารย์ พนมพร ดอกประโคน

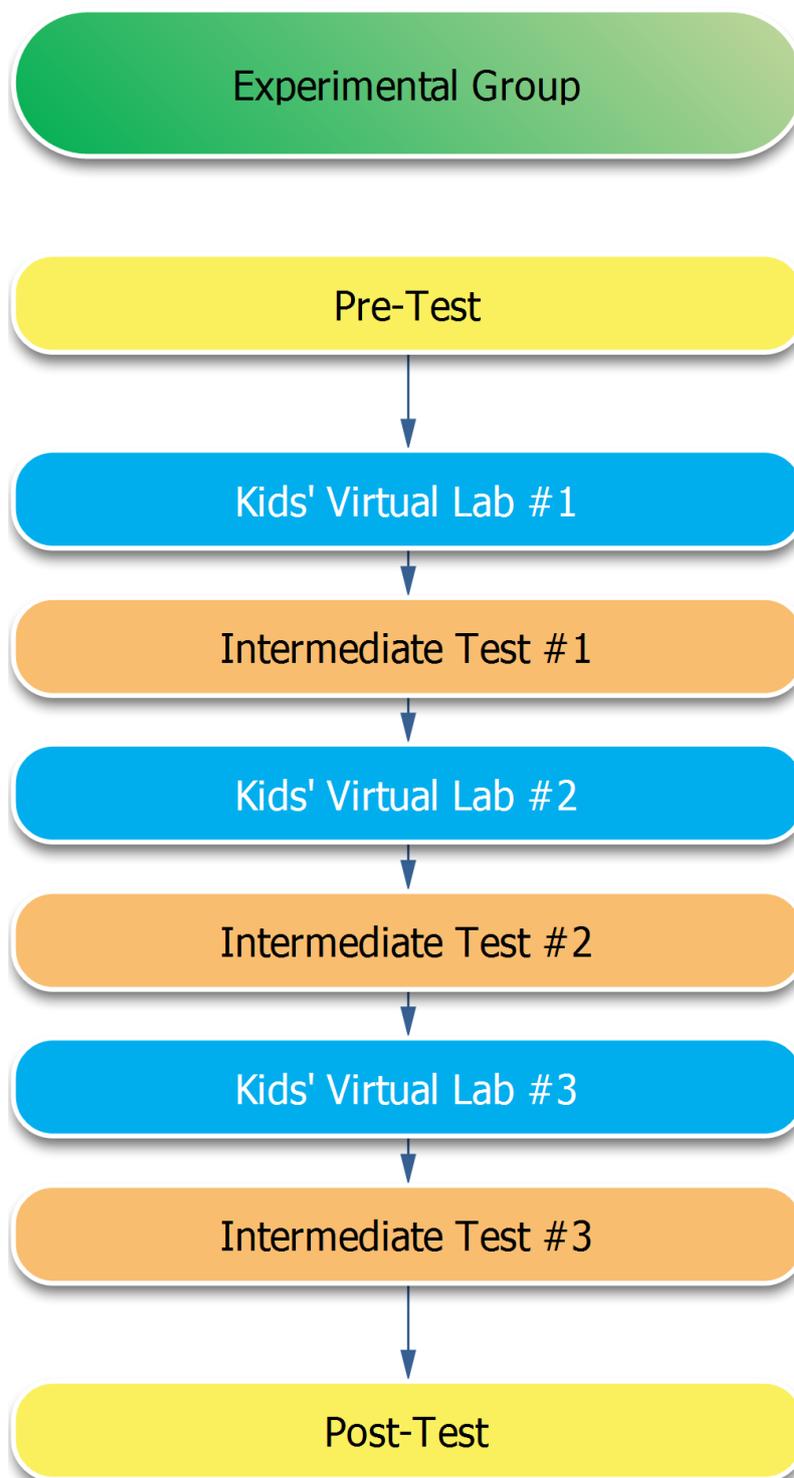
อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการออกแบบเชิงโต้ตอบและการพัฒนาเกม คณะ
เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(3) อาจารย์ สุพล สุภาควัฒน์

อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการออกแบบเชิงโต้ตอบและการพัฒนาเกม คณะ
เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.7.2.2 ขั้นตอนการทดลอง (Experimental Phase)

ในขั้นตอนการทดลองนี้ มีหลายขั้นตอน ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนภาพขั้นตอนการทดลอง (Experimental Phase)

- 1) ให้นักเรียนกลุ่มทดลอง ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)
- 2) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำการเรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ครั้งที่ 1 (หน่วยที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช)
- 3) หลังจากเรียนเสร็จ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ครั้งที่ 1 และแบบประเมินความพึงพอใจ ครั้งที่ 1
- 4) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำการเรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ครั้งที่ 2 (หน่วยที่ 2 เรื่องการเจริญเติบโตของพืช)
- 5) หลังจากเรียนเสร็จ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ครั้งที่ 2 และแบบประเมินความพึงพอใจ ครั้งที่ 2
- 6) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำการเรียนโดยใช้บทเรียนและเกมการทดลอง วิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ครั้งที่ 3 (หน่วยที่ 3 เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช)
- 7) หลังจากเรียนเสร็จ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ครั้งที่ 3 และแบบประเมินความพึงพอใจ ครั้งที่ 3
- 8) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Post-Test)
- 9) นำผลการทดลองทั้งหมดที่ได้มารวบรวมไว้ในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความพึงพอใจของผู้เรียน โดยแบ่งเป็นข้อๆ ได้ ดังนี้

3.7.3.1 การหาประสิทธิภาพของคิตส์เวอร์ชวลแล็บ (Efficiency)

ในการหาประสิทธิภาพของคิตส์เวอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 เนื่องจากเป็นวิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่แพร่หลาย และได้รับการยอมรับว่าเป็นเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ตรงที่สุด (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545: 329-331) โดยที่ E1 และ E2 ได้จากค่าระดับคะแนนดังต่อไปนี้

E1 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (Intermediate Test) ของบทเรียนแต่ละชุด

E2 ได้จาก คะแนนเฉลี่ยอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

สำหรับสูตรที่ใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามเกณฑ์ E1/E2 นั้น ผู้วิจัยใช้สูตร ดังนี้

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

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

เมื่อ

X = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

Y = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมด

โดยมีเกณฑ์ คือ E1/E2 ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 80/80

3.7.3.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Effectiveness)

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เป็นเกณฑ์ยืนยันความรู้ความสามารถของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับจากคิตส์เวอร์ชวลแล็บ ว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม จากสิ่งที่ไม่เคยทำได้มาก่อน ให้สามารถทำได้ และเกิดประสิทธิผลขึ้นมา ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลเชิงคุณภาพ โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) กับ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ($\alpha = 0.01$)

Frank J. Kohout (1974: 306) ได้กล่าวไว้ว่า "ในการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเล็ก ๆ ควรใช้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.01 หรือ

0.001 ส่วนในการวิจัยภาคสนามและการวิจัยเชิงสำรวจ (Field studies and surveys) นิยมใช้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05" ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจึงควรใช้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.01 เพื่อให้ผลลัพธ์ที่สรุปออกมามีโอกาสผิดพลาดน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ t-test ชนิด Paired t-test (Dependent t-test for paired samples) ในการทดสอบ โดยสามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางสถิติได้ ดังนี้

$$H_0: \bar{x}_{Pre} = \bar{x}_{Post}$$

$$H_1: \bar{x}_{Pre} < \bar{x}_{Post}$$

$$\text{โดย } \alpha = 0.01$$

เมื่อ

\bar{x}_{Pre} = คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

\bar{x}_{Post} = คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

α = ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ซึ่งในการหาค่า \bar{x}_{Pre} และ \bar{x}_{Post} จะใช้สูตรดังนี้

$$\bar{x}_{Pre} = \frac{\sum(X)}{N}$$

$$\bar{x}_{Post} = \frac{\sum(Y)}{N}$$

เมื่อ

X = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

Y = คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมด

3.7.3.3 การหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บ

ในการหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยได้คำนวณหาผลรวมของคะแนนความพึงพอใจที่ได้จากการทำแบบประเมินความพึงพอใจ ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนและเกมการทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก ทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มทดลองทุกคน และนำมาเฉลี่ยออกมาเป็นค่าความพึงพอใจของผู้เรียน ดังสูตร ต่อไปนี้

$$Satisfaction = \frac{\frac{\sum S_1}{N} + \frac{\sum S_2}{N} + \frac{\sum S_3}{N}}{3}$$

เมื่อ

Satisfaction = ค่าความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้เรียน โดยรวม

S_1 = คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้เรียน ครั้งที่ 1

S_2 = คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้เรียน ครั้งที่ 2

S_3 = คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้เรียน ครั้งที่ 3

N = จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมด

และเพื่อความสะดวกในการแปลความหมายของค่าความพึงพอใจของผู้เรียน ผู้วิจัยได้กำหนดการแปลความหมายของการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ออกมาเป็นช่วงของคะแนน ดังตารางที่ 3.8 ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว

สำหรับเกณฑ์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคิวด์เวอร์ชวลแล็บนั้น ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์เอาไว้ว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนต้องอยู่ในเกณฑ์ระดับพึงพอใจมาก หรือ ค่าคะแนนที่ 3.5 จากคะแนนเต็ม 5 ขึ้นไป

3.7.4 การทำเอกสารสรุปผลการดำเนินงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลทุกอย่างเสร็จสิ้น ก็จะทำนำผลการทดลองที่ได้มาจัดทำเป็นเอกสารสรุปผลการดำเนินงานต่อไป

3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำคิส์เวอร์ชวลแล็บ

ในการจัดทำคิส์เวอร์ชวลแล็บนั้นใช้เครื่องมือที่ประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) สรุปได้ดังนี้

3.8.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ในการจัดทำคิส์เวอร์ชวลแล็บ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้นั้นมีรายละเอียด ดังนี้

CPU: Intel Core i5 – 760

RAM: Blackberry DDR3 Ram 4 GB

VGA: nVIDIA GeForce GTX550Ti (Ram 1024 MB)

Sound: Realtek High Definition Audio 7.1 channels

Harddisk: Hitachi 2 TB SATA-II 7200 rpm

Monitor: Samsung SyncMaster 2233sw @ resolution 1920x1080

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook Computer) ในการวัดสมรรถนะของระบบ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้นั้นมีรายละเอียด ดังนี้

Brand: Hewlett-Packard

Model: G32

CPU: Intel Core i3 – 390M

RAM: Samsung DDR3 Ram 4 GB

VGA: ATI Mobility Radeon HD 5400 (Ram 1024 MB)

Sound: ATI Cedar/Park – High Definition Audio Controller

Harddisk: Hitachi 500 GB SATA-II 7200 rpm

Monitor: LED Display 13.3" @ resolution 1366x768

3.8.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

3.8.2.1 ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (Operation System)

- 1) Microsoft® Windows® 7 Ultimate x86 with Service Pack 1

3.8.2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างบทเรียนและเกมส์การทดลองวิทยาศาสตร์ในโลกเสมือนจริงสำหรับเด็ก

- 1) Adobe® Flash® Professional CS5
- 2) Adobe® Photoshop® CS5
- 3) Adobe® Audition® CS5

3.8.2.3 ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

- 1) Adobe® DreamWeaver® CS5
- 2) Apache Web Server
- 3) PHP: Hypertext Preprocessor
- 4) MySQL RDBMS

3.8.2.4 ซอฟต์แวร์ที่ใช้วัดสมรรถนะของระบบ

- 1) Google Chrome