

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง อุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้มีการกำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ของในศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาแม่สวด จำนวน 9 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านแม่สวด โรงเรียนบ้านแม่เงา โรงเรียนบ้านห้วยม่วง โรงเรียนบ้านแม่หลุย โรงเรียนบ้านแม่แพหลวง โรงเรียนบ้านนาดอย โรงเรียนบ้านอุมโละเหนือ โรงเรียนบ้านแม่หาด โรงเรียนล่องแพวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 2 จำนวน 13 ห้องเรียน รวม 317 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ของศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาแม่สวด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 2 จำนวน 1 โรงเรียนคือ โรงเรียนบ้านแม่เงา ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจำแนกเป็น

1.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนบ้านแม่เงา และ โรงเรียนบ้านแม่สวด ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 2 จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนบ้านแม่เงา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 2 จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

เครื่องมือในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง อุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ประวัติอุทยานแห่งชาติแม่เงา
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 วิถีชนเผ่ากะเหรี่ยงลุ่มน้ำเงา
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติที่อุทยานแห่งชาติแม่เงา
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แหล่งท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติแม่เงา
2. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง อุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในด้านเนื้อหาสาระ การออกแบบ การวัดผล สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 2 ฉบับ คือ
 - 2.1 แบบประเมินด้านเนื้อหา
 - 2.2 แบบประเมินด้านสื่อเทคโนโลยีการศึกษา
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง อุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบวัดความพึงพอใจที่มีลักษณะเป็นแบบคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าวัดความเหมาะสมเป็น 5 ระดับของลิเคอร์ท คือ มีความพึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดให้ค่าคะแนนเป็น 5,4,3,2,1 ตามลำดับ

วิธีการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

กระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่อง อุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใช้หลักการสร้างและออกแบบของ ADDIE โดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นการออกแบบ (Design) ขั้นการสร้างและพัฒนา (Development) ขั้นการนำไปทดลองใช้ (Implementation) และขั้นการประเมินผล (Evaluation) มาใช้ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis)

1.1 วิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) ผู้ศึกษาพบว่า ในปีการศึกษา 2552 ที่ผ่านมา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาแม่สอด ที่เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่องชุมชนของเรา ซึ่งเป็นเรื่องราวในท้องถิ่นของตนเองนั้น จากการสอบถามและสัมภาษณ์คณะในศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาแม่สอดนั้น พบว่า ครูไม่มีแผนการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ไม่มีสื่อการสอน ไม่มีเอกสารเกี่ยวกับเรื่องราวที่เล่าถึงประวัติศาสตร์และความเป็นมาของท้องถิ่นที่รวมเป็นรูปเล่ม ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติและความเป็นมาของท้องถิ่น ตลอดจนทั้งขนบธรรมเนียมประเพณี วิถีชีวิตของคนในชุมชนมาจัดทำและพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้กับนักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองเพื่อการตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและตอบสนองกับความต้องการของชุมชน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรัก และตระหนักถึงความสำคัญของท้องถิ่นที่ตนอาศัย

1.2 วิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านแม่เงาเป็นโรงเรียนในศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาแม่สอด ซึ่งมีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีและสื่อคอมพิวเตอร์ และเป็นโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในบริเวณอุทยานแห่งชาติแม่เงาและมีการเข้าร่วมกิจกรรมกับทางอุทยานแห่งชาติแม่เงาอย่างต่อเนื่อง

1.3 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือการสอนวิชาสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม โดยสอดคล้องกับสาระต่างๆดังนี้

- สาระที่ 2 หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรมและการดำเนินชีวิตในสังคม

มาตรฐาน ส 2.1 เข้าใจและปฏิบัติตนตามหน้าที่ของการเป็นพลเมืองดี มีค่านิยมที่ดีงาม และธำรงรักษาประเพณีและวัฒนธรรมไทย ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมไทยและสังคมโลกอย่างสันติสุข

- สาระที่ 4 ประวัติศาสตร์

มาตรฐาน ส 4.1 เข้าใจความหมาย ความสำคัญของเวลาและยุคสมัยทางประวัติศาสตร์ สามารถใช้วิธีการทางประวัติศาสตร์มาวิเคราะห์เหตุการณ์ต่างๆอย่างเป็นระบบ

- สาระที่ 5 ภูมิศาสตร์

มาตรฐาน ส 5.2 เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรควัฒนธรรม มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรและ สิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

เลือกเนื้อหาและจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ประวัติอุทยานแห่งชาติแม่เงา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 วิถีชนเผ่ากะเหรี่ยงลุ่มน้ำเงา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติที่อุทยานแห่งชาติแม่เงา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แหล่งท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติแม่เงา

1.4 สร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก 4 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ให้ครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังของบทเรียน

2. ขั้นตอนการออกแบบ (Design)

2.1 ทำแผนภูมิ (Flowchart) เป็นการเชื่อมโยงบทเรียนหรือโมดูลย่อยแต่ละส่วน เส้นทางความสัมพันธ์กันแต่ละโมดูล

2.2 เขียนบทภาพ (Storyboard) เป็นการเขียนรายละเอียดของข้อความ อักษร อธิบายภาพ

2.3 งานเชิงศิลป์ (Art Proofs) เป็นการออกแบบปุ่มลักษณะ ตัวอักษร เสียง และ ส่วนประกอบที่ละเอียดต่างๆ ให้กลมกลืน

2.4 การสร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียน โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 70 ข้อ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทำการตรวจสอบ

2.5 การตรวจสอบเนื้อหาและการออกแบบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

2.6 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา โดยใช้ โปรแกรม Dream weaver8 โปรแกรม Adobe Captivate โปรแกรม Flash 8 และ โปรแกรม Adobe Photoshop cs2 โปรแกรม Wisdom-soft ScreenHunter 5

2.7 การตรวจสอบคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์จากแบบประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา

2.8 นำมาแก้ไขและปรับปรุง จากการรวบรวมผลการประเมินคุณภาพของสื่อจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญโดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสม กำหนดค่าคะแนนแบบทดสอบ เป็น Rating Scale และกำหนดระดับคะแนนได้ 5 ระดับดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง มาก
- 3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง น้อย
- 1 คะแนน หมายถึง น้อยที่สุด

แบบประเมินคุณภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้านเนื้อหาสาระ และการออกแบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมิน

1. ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบประเมินในด้านของเนื้อหา การออกแบบและการวัดผล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบประเมิน

2. ขั้นการออกแบบ (Design)

ออกแบบประเมินคุณภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3. ขั้นการสร้างและพัฒนา (Development)

ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในด้านเนื้อหาและการออกแบบ โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสม กำหนดค่าคะแนนแบบทดสอบเป็นแบบ Rating Scale และกำหนดระดับคะแนน 5 ระดับ

4. ขั้นการนำไปทดลองใช้ (Implementation)

นำแบบประเมินคุณภาพที่ได้รับการตรวจสอบแล้วและขอเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็นดังต่อไปนี้

+1 แน่ใจว่าสอดคล้อง

0 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

-1 แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

นำผลที่ได้มาพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ไม่ต่ำกว่า 0.50 ซึ่งถือว่ามี ความเหมาะสมตามเกณฑ์

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation)

นำค่าที่ได้มาประเมินผลเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน เมื่อได้แบบประเมินคุณภาพของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนำแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อ

แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เป็นแบบชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีการวัดค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ค่าความยากง่ายของข้อสอบ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงของแบบทดสอบ

1. ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

วิเคราะห์และกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2. ขั้นการออกแบบ (Design)

วางโครงสร้างคำถาม และออกแบบโจทย์คำถามและกำหนดเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. ขั้นการสร้างและพัฒนา (Development)

สร้างคำถามให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยใช้ตารางวิเคราะห์เนื้อหาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การนำไปใช้ การสังเคราะห์และการประเมินค่า แล้วนำคำถามที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. ขั้นการนำไปทดลองใช้ (Implementation)

4.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ความตรงตามเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ซึ่งค่า IOC ไม่ต่ำกว่า 0.50 ถือว่ามีความเหมาะสม ข้อคำถามที่มีค่า IOC ที่ต่ำกว่า 0.50 ถือว่าควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง (เทียมจันทร์ พาณิชย์ผลินไชย, ม.ป.ป., หน้า 181)

4.2 นำคำถามที่ได้รับการตรวจสอบและแก้ไขแล้วพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองและนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ นำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนที่สูงและกลุ่มที่ได้คะแนนที่ต่ำของแบบทดสอบ ค่า B ที่มีคุณภาพในการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ขึ้นไป (เทียมจันทร์ พาณิชย์ผลินไชย, ม.ป.ป., หน้า 210-218)

4.3 เลือกข้อคำถามที่ผ่านการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของ Lovett ซึ่งแบบทดสอบที่เข้าเกณฑ์ จะมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.5 (เทียมจันทร์ พาณิชย์ผดลิน ไชย, ม.ป.ป, หน้า199)

5. ขั้นตอนประเมินผล (Evaluation)

คัดเลือกคำถามและปรับปรุงคำถามเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

แบบวัดความพึงพอใจ

การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นแบบวัดความพึงพอใจที่มีลักษณะเป็นคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าความเหมาะสมแบบ Rating Scale และกำหนดระดับคะแนนได้ 5 ระดับดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง มาก

3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง น้อย

1 คะแนน หมายถึง น้อยที่สุด

3. ขั้นตอนการพัฒนา (Develop) (ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรมและผลิตเอกสารประกอบการเรียน) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

3.1 การเตรียมการ

3.2 การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ เสียง และส่วนอื่นเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการสร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการ เพื่อเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3 การสร้างเอกสารประกอบการเรียน หลังจากสร้างบทเรียนเสร็จสิ้นแล้ว ในขั้นต่อไปเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นต้นของบทเรียน

4.ขั้นนำไปทดลองใช้ (Implementation)

นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบ้านแม่เงา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยให้แบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ผลการทดลองครั้งที่ 1

การทดลองใช้กลุ่มเล็ก (1:1) นำไปใช้ทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อนอย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความพร้อมของเนื้อหา ภาพ ภาพเคลื่อนไหว สี ขนาดตัวอักษร การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนและแบบทดสอบ โดยให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามเพื่อวัด ความพึงพอใจ การสังเกตและจากการสัมภาษณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข หลังจาก การวิเคราะห์ผล พบว่าผู้เรียนมีความต้องการให้เพิ่มเติมภาพ เสียงและขนาดตัวอักษร และมีความ สนใจในคลิปวิดีโอและเกมเพื่อการเรียนรู้ และผลจากการสังเกตและการสัมภาษณ์พบว่า ผู้เรียนมี ความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนเป็นอย่างดี ในส่วนของเนื้อหาผู้เรียนมีความสนใจในการ เรียนรู้ รู้สึกยินดีเมื่อตอบคำถามนั้นถูกและผู้เรียนรู้สึกชอบเมื่อมีการใช้หูฟังในการเรียนบทเรียนนี้ ด้วย ซึ่งเป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนบทเรียนมากขึ้น จากการทดลองครั้งที่ 1 พบ ปัญหา ดังนี้คือ

1. ผู้เรียนบางคนอ่านหนังสือไม่คล่อง
2. จากการสังเกตพบว่าผู้เรียนบางคนยังจำปุ่มบางปุ่มไม่ได้ว่ามีหน้าที่อะไร ทำให้การ เรียนบทเรียนขาดช่วงในบางครั้ง ไม่เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้

1. เพิ่มเสียงคำบรรยายในแต่ละเรื่อง
2. จัดวางปุ่มใหม่เพื่อความสะดวกและเข้าใจง่าย

ผู้วิจัยได้รวบรวมปัญหาที่พบรวมถึงข้อบกพร่องต่างๆของบทเรียนนำมาปรับปรุงแก้ไข สื่อบทเรียนให้เหมาะสมแล้วนำไปทดลองในครั้งต่อไป

ผลการทดลองครั้งที่ 2

การทดลองครั้งที่ 2 เป็นการนำสื่อบทเรียนมัลติมีเดียที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในการ ทดลองกับกลุ่มกลาง (1:3) นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ทดลองกับ นักเรียนกลุ่มย่อย จำนวน 9 คน ได้แก่กลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 3 คน โดยให้ผู้เรียนทำ แบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อทำการทดลองหาแนวโน้มของ ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โดยบันทึกผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่าง เรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปหาแนวโน้มของประสิทธิภาพบทเรียน ด้วยสูตร E_1/E_2 พร้อมทั้งหาข้อบกพร่องของบทเรียนในด้านต่างๆ โดยการใช้แบบสอบถามความพึง พพอใจของผู้เรียนร่วมกับการสังเกตและการสัมภาษณ์ในขณะทดลอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการ ปรับปรุงแก้ไข ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองใช้กับกลุ่มกลาง

จำนวน นักเรียน	คะแนนเฉลี่ยรายหน่วย				รวมคะแนน (40 ข้อ)	ร้อยละ (E1)	คะแนน หลังเรียน (40 ข้อ)	ร้อยละ (E2)
	1 (10 ข้อ)	2 (10 ข้อ)	3 (10 ข้อ)	4 (10 ข้อ)				
9 คน	5.71	5.60	5.61	5.83	23.88	59.72	22.44	56.11

จากตาราง การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแสดงให้เห็นว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ $(E_1/E_2) = 59.72/56.11$ ซึ่งยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนที่กำหนดไว้เนื่องจากเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ยังไม่เหมาะสมกับเวลา ประกอบกับพื้นฐานทักษะการอ่านของเด็กนักเรียนยังไม่คล่อง จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในด้านเนื้อหาต่อไป

ผลการทดลองครั้งที่ 3

การทดลองครั้งใช้ภาคสนาม หลังจากทำการปรับปรุงและพัฒนาบทเรียนให้มีประสิทธิภาพแล้ว จะทำการทดลองโดยใช้สื่อและการจำลองสถานการณ์ให้เหมือนจริง โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่ใช้จากการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านแม่เงาและโรงเรียนบ้านแม่สวด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 2 โดยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนเพื่อที่จะนำมาหาประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑ์ 80/80 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองใช้กับภาคสนาม

จำนวน นักเรียน	คะแนนเฉลี่ยรายหน่วย				รวมคะแนน (40 ข้อ)	ร้อยละ (E1)	คะแนน หลังเรียน (40 ข้อ)	ร้อยละ (E2)
	1 (10 ข้อ)	2 (10 ข้อ)	3 (10 ข้อ)	4 (10 ข้อ)				
30 คน	8.13	7.98	8.03	8.26	32.46	81.16	32.36	80.91

จากตาราง การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแสดงให้เห็นว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ $(E_1/E_2) = 81.16/80.91$ เป็นไปตามเกณฑ์การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเพียงพอในการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งสามารถนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงได้ต่อไป

4. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation)

จากการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มทดลองภาคสนามโดยนำมาสรุปผลและนำไปปรับปรุงในขั้นสุดท้ายก่อนนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหาสาระ การออกแบบและการประเมินผล

2. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบ้านแม่เงา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1 การทดลองใช้กลุ่มเล็ก (1:1) นำไปใช้ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มทดลอง จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความพร้อมของเนื้อหา ภาพ ภาพเคลื่อนไหว สี ขนาดตัวอักษร การปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน

2.2 การทดลองใช้กับกลุ่มย่อย (1:3) นำไปใช้ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มทดลอง โดยทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 9 คน เพื่อตรวจสอบความพร้อมของเนื้อหา ภาพ ภาพเคลื่อนไหว สี ขนาดตัวอักษร การปฏิสัมพันธ์ของบทเรียนอีกครั้งและหาประสิทธิภาพของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อนำผลมาปรับปรุงแก้ไข

2.3 การทดลองใช้ภาคสนาม โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนที่ได้จากการสุ่มกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านแม่เงาและโรงเรียนบ้านแม่สวด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 2 โดยให้ผู้เรียนทำ

แบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนเพื่อที่จะนำมาหาประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑ์ 80/80 เมื่อวิเคราะห์ผลแล้ว นำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

3. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่งได้แก่นักเรียนโรงเรียนบ้านแม่เงา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 50 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากหน่วยการสุ่มแบบโรงเรียน

4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นชุดเดียวกัน มีจำนวน 40 ข้อ

5. ให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้เวลาในการสอน 6 คาบ คาบละ 50 นาที ในช่วงของกิจกรรมการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

ตาราง 3 ระยะเวลาการทดลอง

กิจกรรม	ระยะเวลาในการทดลอง
ครั้งที่ 1	1 คาบ / 50 นาที
- ปฐมนิเทศแนะนำการเรียน	10
- ทดสอบก่อนเรียน (Pre – Test) จำนวน 40 ข้อ	30
- ตรวจให้คะแนนและอภิปรายผล	10
ครั้งที่ 2	1 คาบ / 50 นาที
- นำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียน	5
- นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ประวัติอุทยานแห่งชาติแม่เงา และทำแบบทดสอบระหว่างเรียน	40
- ตรวจให้คะแนนและอภิปรายผล	5

ตาราง 3 ต่อ

กิจกรรม	ระยะเวลา ในการทดลอง
ครั้งที่ 3	1 คาบ / 50 นาที
- นำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนเนื้อหาสำคัญของบทเรียน	5
- นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 วิถีชนเผ่ากะเหรี่ยงลุ่มน้ำเงา และทำแบบทดสอบระหว่างเรียน	40
- ตรวจสอบให้คะแนนและอภิปรายผล	5
ครั้งที่ 4	1 คาบ / 50 นาที
- นำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนเนื้อหาสำคัญของบทเรียน	5
- นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องเส้นทางเดินป่าศึกษาธรรมชาติที่อุทยานแห่งชาติแม่เงา และทำแบบทดสอบระหว่างเรียน	40
- ตรวจสอบให้คะแนนและอภิปรายผล	5
ครั้งที่ 5	1 คาบ / 50 นาที
- นำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนเนื้อหาสำคัญของบทเรียน	5
- นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรื่องอุทยานแห่งชาติแม่เงา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องแหล่งท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติแม่เงา และทำแบบทดสอบระหว่างเรียน	40
- ตรวจสอบให้คะแนนและอภิปรายผล	5
ครั้งที่ 6	1 คาบ / 50 นาที
- ทดสอบหลังเรียน (Post – Test) 40 ข้อ	30
- ตรวจสอบให้คะแนนและอภิปรายผล	20

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึงคะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่มจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึงคะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่มจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 80

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้เกณฑ์ 80/80 สามารถคำนวณได้จากสูตร (E_1/E_2) (ดารารัตน์ มะณี, 2552, หน้า81)

สูตร

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

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

เมื่อ E_1 แทนคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

E_2 แทนคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทนจำนวนนักเรียน

A แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน

B แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 นำคะแนนของนักเรียนทั้งคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาตรวจให้คะแนน

2.2 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยจากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

2.3 วิเคราะห์หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

2.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองใช้ โดยใช้ค่าทดสอบที่

(t-test dependent)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความพึงพอใจ

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบวัดความพึงพอใจ โดยการให้คะแนนเป็น 5 ระดับของลิเคอร์ท์ คือ

5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง มาก

3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง น้อย

1 คะแนน หมายถึง น้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินจากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	มาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	น้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	น้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 การหาค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตรคือ (เกษม สหราชทิพย์, 2543, หน้า 224-225)

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

\bar{X} หมายถึง ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N หมายถึง จำนวนคะแนนทั้งหมด

1.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ใช้สูตรคือ (เกษม สหราชทิพย์, 2543, หน้า 227-228)

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

S.D.	= ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X^2$	= ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
$(\sum X)^2$	= ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
N	= จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าเข้าเกณฑ์และมีความเหมาะสมในการนำผลเพื่อไปพิจารณาต่อไป

2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC)

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบระหว่างเรียน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดพึงพอใจในสื่อการเรียน ในการตรวจสอบการหาความเที่ยงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้เกณฑ์ความคิดเห็นดังนี้

+1 แน่ใจว่าสอดคล้อง

0 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

-1 แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

จากนั้นนำผลในแต่ละข้อมาพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้องตามสูตร ดังต่อไปนี้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, ม.ป.ป.)

$$\text{ค่า IOC.} = \frac{\sum R}{N}$$

ค่า IOC. = ดัชนีความสอดคล้องของประเด็นคำถามในด้านต่างๆ

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC.) ไม่ต่ำกว่า 0.50 ถือว่าเหมาะสมในการนำไปใช้ (เกษม สหราษฎร์ทิพย์, 2543, หน้า 194)

3. ค่าความยาก อำนาจจำแนกความเชื่อมั่น

หาคุณภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

3.1 ค่าความยาก (Difficulty) คำนวณได้จากสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 90)

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

เมื่อ P	แทน	ค่าความยาก
R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
N	แทน	จำนวนคนที่สอบทั้งหมด

3.2 ค่าอำนาจจำแนก

โดยใช้วิธีของเบรนนเนน (Brennan) คำนวณได้จากสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 90)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ
U	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
L	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก กลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์
n_1	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบผ่านเกณฑ์
n_2	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบไม่ผ่านเกณฑ์

3.3 การหาค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของ Lovett ซึ่งมีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 96)

$$r_\alpha = 1 - \frac{k \sum x_1 - \sum x_1^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

r_α	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบ
K	แทน	จำนวนข้อสอบ
x_1	แทน	คะแนนของแต่ละคน
c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

4. ค่าทดสอบที (t-test dependent)

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ค่าทดสอบที (t-test dependent) นั้น ซึ่งมีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 109-111)

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

T แทนค่าสถิติที

D แทนความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

n แทนจำนวนคู่