

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาค้างนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
4. วิธีดำเนินการศึกษา
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 3 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 162 คน

2. กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 3 คัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก โดยมีหน่วยสุ่มเป็นห้องเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 80 คน และคัดเลือกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ดังนี้

กลุ่มทดลองสำหรับเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 จำนวน 42 คน

กลุ่มควบคุมสำหรับเรียนด้วยวิธีการปกติ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 38 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้มี 4 ชนิด ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์
2. แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์ จำนวน 30 ข้อ
4. แบบประเมินความพึงพอใจ ของนักเรียนต่อการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์

วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาและสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนนำไปทดลอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

1.1 ชั้นวิเคราะห์ ผู้ศึกษาได้ศึกษารายละเอียดดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาชีววิทยา เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์ จากหนังสือการจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1.2 วิเคราะห์หลักสูตร เพื่อจำแนกกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์ กำหนดผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยอิงตัวชี้วัดของหลักสูตร

1.1.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับสาระ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์ โดยละเอียด กำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ และเนื้อหาย่อยโดยละเอียด

1.1.4 ศึกษาหลักการ วิธีการ ทฤษฎี และเทคนิควิธีสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์ จากเอกสารต่าง ๆ และงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

1.2 ชั้นออกแบบ ผู้ศึกษาได้ออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ในบทเรียน แบบทดสอบ แบบฝึกทักษะ/กิจกรรม และเขียนบทดำเนินเรื่อง และนำสิ่งที่ออกแบบไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

1.3 ขั้นพัฒนา โดยผู้ศึกษาได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์
คิงนี่

1.3.1 พัฒนาเนื้อหาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามบทดำเนินเรื่องที่ได้ออกแบบไว้

1.3.2 ปรับเนื้อหาเพื่อเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้สอดคล้องกับโครงสร้าง
ที่ออกแบบไว้

1.3.3 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม Desktop Author

1.3.4 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษา และ
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และพิจารณาความถูกต้อง และความเหมาะสมด้านสื่อโปรแกรม
คอมพิวเตอร์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.3.5 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพหนังสือ
อิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ว่าที่ร้อยโท ดร.ณัฐภูษิต จันทขุม ค.ค.อ. วิจัยและพัฒนา
หลักสูตร อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผล
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรณิการ์ ทองคอนเบรียง วท.ม. ชีววิทยา รองคณบดีคณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
- 3) นายชวลิต จันท์ศรี ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ ค.ม. บริหารการศึกษา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 3 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและแผนการจัดการเรียนรู้
- 4) อาจารย์ธวัชชัย สหพงษ์ ศศ.ม. เทคโนโลยีทางการศึกษา อาจารย์ประจำ
คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี
- 5) ดร.สายชล จินโจ ปร.ค. คอมพิวเตอร์ศึกษา อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อ

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า พบว่า ปรับปรุงด้านคำถูกผิด ปรับปรุงแสดงผลของ
ภาพเคลื่อนไหวและขนาดของภาพเคลื่อนไหว จากนั้นนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่าน
การประเมินของผู้เชี่ยวชาญว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

1.4 ขั้นทดลองใช้ (Implementation) ผู้ศึกษาจะนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไปทดลองใช้
เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการปรับปรุงแก้ไข โดยดำเนินการเบื้องต้นดังนี้

1.4.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียน
โกสุมพิทยาสรรค์ ในภาคเรียนที่ 1/2553 จำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักเรียนในกลุ่มเก่ง
ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน โดยให้นักเรียนใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นสอบถาม

ความคิดเห็น ของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่าขนาดตัวอักษรในบางฉากมีขนาดเล็กเกินไป และ ผู้ศึกษาจึง ได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้ทดลองในขั้นต่อไป

1.4.2 ทดลองกับกลุ่มย่อย ผู้ศึกษาได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ในภาคเรียนที่ 1/2553 จำนวน 9 คน ความสะดวกสบาย เพื่อหาข้อบกพร่องของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประเมินผลโดยการสังเกตและการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่าปรับสีของตัวอักษรไม่กลมกลืนกับสีของพื้นหลัง และเสียงที่ใช้ในการประกอบบทเรียน ผู้ศึกษาจึง ได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้ทดลองในขั้นต่อไป

1.4.3 ทดลองภาคสนาม ผู้ศึกษานำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ในภาคเรียนที่ 1/2553 จำนวน 36 คน ความสะดวกสบาย เพื่อหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้ผู้เรียนที่ใช้ในการทดลองมีใช้กลุ่มทดลองตามแบบแผนการทดลอง

1.5 ชั้นประเมิน ผู้ศึกษานำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มาคำนวณหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1 / E_2 พบว่า ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ E_1 / E_2 มีค่าเท่ากับ 86.79/84.54 (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวกที่ 6 หน้า 126)

2. แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

2.1 ขั้นศึกษา โดยศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวกับการสร้างแบบประเมิน จากหนังสือ การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษาของ พิสุทธิ อาธิราษฎร์ (2551 : 144-151) และจากหนังสือ หลักการศึกษาทางการศึกษาของ บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 72 – 74)

2.2 ขั้นออกแบบ โดยการกำหนดกรอบที่จะประเมิน โดยนำแบบประเมินของ ประภาศรี ทิพย์พิลา. (2552 : 85 -91) มาปรับใช้ ซึ่งประเมินวัดเป็นคะแนนเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นเป็น 6 ด้านดังนี้

2.2.1 ด้านเนื้อหา

2.2.2 ด้านภาพ ภาษา และเสียง

2.2.3 ด้านตัวอักษร และสี

2.2.4 ด้านการวัดผลประเมินผล

2.2.5 ด้านการจัดการบทเรียน

2.2.6 ด้านคู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หลังจากนั้นนำแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องด้านภาษา เนื้อหาและความครอบคลุมประเด็นที่จะประเมิน โดยทุกด้านใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป

2.3 ขั้นพัฒนา โดยพัฒนาแบบประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต คือ

เหมาะสมมากที่สุด	ระดับคะแนน	5
เหมาะสมมาก	ระดับคะแนน	4
เหมาะสมปานกลาง	ระดับคะแนน	3
เหมาะสมน้อย	ระดับคะแนน	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	ระดับคะแนน	1

หลังจากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความครอบคลุมความพึงพอใจที่จะประเมิน

2.4 ขั้นประเมิน โดยนำแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตามรายชื่อ 1.3.5 ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์ของคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น

2.5 ขั้นสรุป ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นฉบับจริงที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

3.1 ขั้นศึกษา โดยดำเนินการดังนี้

3.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดี และวิธีหาความเที่ยงตรง อำนาจจำแนกความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พิศุทธา อารีราษฎร์. (2551 : 125-129)

3.1.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร จุดประสงค์ของการเรียนรู้จากหนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 3 ตลอดจนเอกสาร ตำราชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ชั้นการออกแบบ ผู้ศึกษาดำเนินการดังนี้

3.2.1 จัดทำตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์โดยเน้นพฤติกรรมที่วัด 6 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินผล

3.2.2 นำตารางกำหนดระดับการวัดพฤติกรรมจากไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม จำนวน 3 คน กำหนดระดับคะแนนตามความคิดเห็น จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยแต่ละระดับมาจัดทำตารางค่าเฉลี่ย แล้วนำตัวเลขที่ได้ไปกำหนดเป็นข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 1 ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้และพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อสร้างแบบทดสอบ

หัวข้อเรื่อง	ระดับพฤติกรรม					
	จำ	ใจ	ใช้	วิ	สัง	ประ
1.บอกความหมายการสืบพันธุ์ได้	1					
2 อธิบายรูปแบบการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ		2				
3 อธิบายการปฏิสนธิได้		1				
4. อธิบายลักษณะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว แต่ละชนิดได้	2	2				
5.อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวได้		1				
6.อธิบายการสืบพันธุ์แบบ ไม่อาศัยเพศของสัตว์แต่ละชนิดได้	1	2				
7. อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์แต่ละชนิดได้		2				
8. บอกลักษณะส่วนประกอบในระบบสืบพันธุ์เพศชายได้	1					
9. อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบในระบบสืบพันธุ์เพศชายได้		2				

หัวข้อเรื่อง	ระดับพฤติกรรม					
	จำ	ใจ	ใช้	วิ	สัง	ประ
10.บอกลักษณะส่วนประกอบในระบบสืบพันธุ์เพศหญิงได้	1					
11. อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบในระบบสืบพันธุ์เพศหญิงได้		1	1			
12. อธิบายกระบวนการสร้างอสุจิได้		2	1			
13. อธิบายกระบวนการ สร้างไข่	1					
14. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของฟอลลิเคิลในรังไข่	1					
15. อธิบายวงจรการมีประจำเดือนได้		2				
16. อธิบายการปฏิสนธิในคนได้	1					
17. อธิบายการพัฒนาของทารกในครรภ์ได้	1					
18. อธิบายวิธีคุมกำเนิดได้	1					
รวม (30 ข้อ)	11	17	2			

3.2.3 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาเป็นไปตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้ เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ นำมาใช้จริง 30 ข้อ

3.3 ขั้นพัฒนา โดยพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ นำไปให้อาจารย์ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3.4 ขั้นประเมินแบบทดสอบ โดยดำเนินการดังนี้

3.4.1 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตามรายชื่อ 1.3.5 ประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบโดยมีเกณฑ์ การให้คะแนนดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกันระหว่างข้อสอบกับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบ กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร IOC (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551 : 119-121) ซึ่งเลือกใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1 ดังนี้

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.60 จำนวน 8 ข้อ

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.80 จำนวน 20 ข้อ

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.60 จำนวน 32 ข้อ

(รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 หน้า 114)

3.4.3 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6/6 โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคามจำนวน 36 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์มาแล้ว และนำคะแนนจากแบบทดสอบมาหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ผลพบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.37 ถึง 0.67 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.07 ถึง 0.73 (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวกที่ 2 หน้า 117) และค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.84 (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวกที่ 3 หน้า 119)

3.5 ขึ้นสรุปผล โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาแก้ไขปรับปรุงตามข้อบกพร่องที่พบ และคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ นำมาจัดพิมพ์ ให้เป็นฉบับสมบูรณ์

4. แบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้ศึกษา ได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

4.1 ขั้นศึกษา โดยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความพึงพอใจ และวิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือการพัฒนารูปแบบข้อสอบทางการศึกษา พิศุทธา อารีราษฎร์ (2551 : 174) และจากหนังสือหลักการศึกษากายการศึกษาศาสตร์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 72 – 74)

4.2 ขั้นออกแบบ โดยกำหนดกรอบที่จะประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยนำแบบประเมินของอาทิตย์ กางสี (2552 : 68) มาปรับปรุงใช้ โดยแบ่งประเด็นแบบประเมิน 13 ข้อ ดังนี้

4.2.1 ความชัดเจนของเนื้อหา

4.2.2 ผู้เรียนได้รับความรู้จากบทเรียน

4.2.3 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน

4.2.4 ภาพนิ่ง/ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนช่วยให้เข้าใจเนื้อหา

4.2.5 เสียงประกอบภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบในบทเรียน

4.2.6 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการประกอบบทเรียน

- 4.2.7 สีของตัวอักษรโดยรวม
- 4.2.8 ความชัดเจนของคำสั่งของแบบทดสอบ
- 4.2.9 การสรุปคะแนนรวมหลังแบบทดสอบ
- 4.2.10 ความสะดวกในการเข้าใช้และออกจากบทเรียน
- 4.2.11 ทำให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วกว่าเรียนจากตำรา
- 4.2.12 ทำให้น่าสนใจ และน่าติดตามตลอดเวลา
- 4.2.13 ทำให้เกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้

หลังจากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความครอบคลุมความพึงพอใจที่จะประเมิน โดยได้ปรับตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ดังนี้ ใช้ข้อคำถามให้ชัดเจน และสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการวัด และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และตรงประเด็น

4.3 ขั้นพัฒนา โดยพัฒนาแบบประเมินความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท์ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ระดับคะแนน	5
เหมาะสมมาก	ระดับคะแนน	4
เหมาะสมปานกลาง	ระดับคะแนน	3
เหมาะสมน้อย	ระดับคะแนน	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	ระดับคะแนน	1

หลังจากนั้นนำแบบประเมินไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความครอบคลุมความพึงพอใจที่จะประเมินให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.4 ขั้นประเมิน โดยนำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตามรายชื่อหัวข้อ 1.3.5 ประเมินความสอดคล้องข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของความพึงพอใจและความครอบคลุมการวัด ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจและความครอบคลุมการวัด แต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.80 -1.00 (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวกที่ 4 หน้า 121)

4.5 ขั้นสรุป ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อทำการศึกษา

วิธีดำเนินการศึกษา

รายละเอียดของวิธีดำเนินการศึกษาของผู้ศึกษามีดังนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้ศึกษาจะดำเนินการตามขั้นตอน ADDIE Model โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นการวิเคราะห์ เป็นขั้นตอนศึกษาสภาพปัญหาการจัด การเรียนการสอนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อจำแนกกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ สาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลโดยอิงตัวชี้วัดของหลักสูตร วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับ สาระวิทยาศาสตร์ โดยละเอียด กำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ และเนื้อหาย่อยโดยละเอียด ศึกษาหลักการ วิธีการ ทฤษฎี และเทคนิควิธีสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากเอกสารต่าง ๆ และงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ขั้นการออกแบบ เป็นขั้นตอนการออกแบบเครื่องมือศึกษา ได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ออกแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ในบทเรียน แบบฝึกทักษะ/กิจกรรม และเขียนบทดำเนินเรื่อง

1.3 ขั้นการพัฒนา เป็นขั้นการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.4 ขั้นการทดลองใช้ เป็นขั้นการนำเครื่องมือต่างๆ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามแบบแผนการทดลอง เก็บรวบรวม ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการทดลอง

1.5 ขั้นการสรุปผล เป็นขั้นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติ และสรุปผล

2. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบ ตามแบบแผนการทดลองเรียกว่า Control – Group Pretest – Postest Design มีรูปแบบการทดลอง ดังนี้

E	T ₁	X	T ₂
C	T ₁	-	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

C หมายถึง กลุ่มควบคุม

T₁ หมายถึง ทดสอบก่อนการทดลอง

T₂ หมายถึง ทดสอบหลังการทดลอง

X หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาทดลองด้วยตนเอง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 3 จำนวน 80 คน มีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 กลุ่มทดลอง

3.1.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1.2 จัดแจงให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่พัฒนาขึ้น

3.1.3 ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์

3.1.4 หลังจากเรียนครบทุกหน่วยเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม

3.1.5 เก็บข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียน

3.1.6 ทดสอบเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้

3.1.7 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดและวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

3.1.8 สรุปผลการทดลอง

3.2 กลุ่มควบคุม

3.2.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการเรียนการสอน

3.2.3 ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามปกติในชั้นเรียน เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์

3.2.4 หลังจากเรียนครบทุกหน่วยเนื้อหาแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม

4. ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองการจัดการเรียนรู้โดยใช้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้ศึกษามีกำหนดระยะเวลาในการทดลองและเก็บข้อมูล ดังนี้
ตารางที่ 2 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มทดลอง

วัน/เดือน/ปี	หน่วย การเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน ชั่วโมง
15 กรกฎาคม 2553	1	การสืบพันธุ์ของสัตว์	2
16 กรกฎาคม 2553	2	การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	1
22 กรกฎาคม 2553	3	การสืบพันธุ์ของสัตว์ชนิดต่าง ๆ	2
23 กรกฎาคม 2553	4	อวัยวะสืบพันธุ์ของคน	1
29 กรกฎาคม 2553	5	การสร้างเซลล์สืบพันธุ์	2
30 กรกฎาคม 2553	6	การเปลี่ยนแปลงของฟอลลิเคิลและ การเกิดประจำเดือน	1
5 สิงหาคม 2553	7	การปฏิสนธิและการตั้งครรภ์	2
6 สิงหาคม 2553	8	การคุมกำเนิด	1
รวม			12

ตารางที่ 3 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มควบคุม

วัน/เดือน/ปี	หน่วย การเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน ชั่วโมง
11 กรกฎาคม 2553	1	การสืบพันธุ์ของสัตว์	2
12 กรกฎาคม 2553	2	การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	1
19 กรกฎาคม 2553	3	การสืบพันธุ์ของสัตว์ชนิดต่าง ๆ	2
21 กรกฎาคม 2553	4	อวัยวะสืบพันธุ์ของคน	1
28 กรกฎาคม 2553	5	การสร้างเซลล์สืบพันธุ์	2
2 สิงหาคม 2553	6	การเปลี่ยนแปลงของฟอลลิเคิลและ การเกิด ประจำเดือน	1
4 สิงหาคม 2553	7	การปฏิสนธิและการตั้งครรภ์	2
9 สิงหาคม 2553	8	การคุมกำเนิด	1
รวม			12

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อผู้ศึกษาจะดำเนินการตามกำหนดระยะเวลาแล้ว ผู้ศึกษานำข้อมูลที่จัดเก็บ และรวบรวมได้มาวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษานำแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551 : 174)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.50 – 5.00	หมายความว่า เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.50 – 4.49	หมายความว่า เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.50 – 3.49	หมายความว่า เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.50 – 2.49	หมายความว่า เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 – 1.49	หมายความว่า เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์เฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในงานศึกษานี้ ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (ประภาศรี ทิพย์พิลา, 2550 : 85)

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษานำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในแต่ละเล่ม จำนวน 8 เล่ม มาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ทั้งนี้ผู้ศึกษาได้ตั้งเกณฑ์ของประสิทธิภาพในงานศึกษานี้เท่ากับ 80/80 โดยที่ค่า E_1/E_2 ที่คำนวณได้จะนำไปเทียบกับเกณฑ์ดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551 : 154)

ร้อยละ 95 - 100 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีเยี่ยม
(Excellent)

ร้อยละ 90 - 94 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดี (Good)

ร้อยละ 85 - 89 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีพอใช้
(Fairly good)

ร้อยละ 80 - 84 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fair)

ต่ำกว่าร้อยละ 80 หมายถึง ต้องปรับปรุงแก้ไขบทเรียน (Poor)

จากนั้นผู้ศึกษาได้นำค่าประสิทธิภาพที่ได้ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไปพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียน (ฉลองชัย สุรวัดนสมบูรณ์, 2528 : 215) ซึ่งใช้เกณฑ์ดังนี้

สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้
มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป

เท่ากับเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดบทเรียน เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์
ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า
2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้ศึกษาได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาคำนวณเพื่อทดสอบค่าความแปรปรวนว่าต่างกันหรือไม่ โดยคำนวณด้วยสถิติ F-Test โดยได้ตั้งระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .05 เมื่อคำนวณค่าสถิติ F-test ได้แล้วเทียบค่า F ที่ได้จากการคำนวณ กับ F วิกฤติ โดยถ้าค่า $F_{คำนวณ} > F_{วิกฤติ}$ จะปฏิเสธ H_0 และ ถ้าค่า $F_{คำนวณ} < F_{วิกฤติ}$ จะยอมรับ H_0 โดยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

H_0 : ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียน
ไม่แตกต่างกัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)

H_1 : ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียน
แตกต่างกัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$)

หลังจากนั้นผู้ศึกษาได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาคำนวณด้วยสถิติ t-test แบบ Independent ถ้าค่าความแปรปรวนต่างกันจะใช้ t-Test : Two-Sample Assuming Equal Variances แต่ถ้าค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกันจะใช้ t-Test : Two-Sample Assuming Unequal Variances โดยได้ตั้งระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .05 เมื่อคำนวณค่าสถิติ t-test ได้แล้ว ผู้ศึกษาเทียบค่า t ที่ได้จากการคำนวณ กับค่า t วิกฤติ โดยถ้า $t_{\text{คำนวณ}} > t_{\text{วิกฤติ}}$ จะปฏิเสธ H_0 และ ถ้า $t_{\text{คำนวณ}} < t_{\text{วิกฤติ}}$ จะยอมรับ H_0 โดยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

H_0 : คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

H_1 : คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียนแตกต่างกัน

4. วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษานำคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน 42 คน ตลอดจนคะแนนเต็มมาคำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยค่าดัชนีประสิทธิผลที่คำนวณได้ (เชษฐ กิจระการและสมนึก ภัททิยธนี. 2545 : 31-35) ในงานศึกษานี้จะใช้ค่าตั้งแต่ .60 หรือร้อยละ 70 ขึ้นไป (ประภาศรี ทิพย์พิลา. 2552 : 93)

5. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน

ผู้ศึกษานำแบบประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากนักเรียน มาวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 174)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.50 – 5.00	หมายความว่า พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.50 – 4.49	หมายความว่า พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.50 – 3.49	หมายความว่า พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.50 – 2.49	หมายความว่า พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 – 1.49	หมายความว่า พึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์เฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของนักเรียนในงานนี้ ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (ประภาศรี ทิพย์พิลา. 2550 : 93-97)

6. วิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้ว ผู้ศึกษาได้ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ หลังจากนั้น 7 วัน ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม และหลังจากนั้น 30 วันนับจากวันที่ทดสอบหลังเรียน ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมอีกครั้ง จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณและนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 10 และ 30 (มนต์ชัย เทียนทอง, 2548 อ้างถึงใน พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551 : 172)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกใช้สถิติดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 104)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 105)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) คำนวณจากสูตร (สุรวาท ทองบุ. 2550 : 124)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้คำนวณหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตรดังนี้
 (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 125)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อทดสอบ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์.

2551 : 127)

$$D = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D คือ อำนาจจำแนก
 R_u คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบในกลุ่มเก่ง
 R_l คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 โดยการอิงกลุ่ม
มีสูตรดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 137)

$$r_t = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

- เมื่อ r_t คือ สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียนทั้งหมด
 q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด
 S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
 N คือ จำนวนผู้เรียน

2.4 การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หรือการหาค่าสัมประสิทธิ์ความ
สอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence) โดยใช้สูตรดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์.
2551 : 120)

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

- เมื่อ IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ
 $\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยคำนวณโดยใช้สถิติ F-test (สุรเวท ทองบุ. 2550 : 152) ดังนี้

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$df_1 = n_1 - 1 \quad df_2 = n_2 - 1$$

เมื่อ S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยการใช้สถิติทดสอบที (t-test Independent Sample Groups) โดยที่ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (พิสุทธิ อารีราษฎร์. 2551 : 164) ดังนี้

สูตร t-test Independent

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right] \left[\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right]}}$$

$$df = N - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติจากการแจกแจงแบบที (t-Distribution)

\bar{X}_1, \bar{X}_2 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

σ_1^2, σ_2^2 แทน ความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

N_1, N_2 แทน จำนวนคนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

4. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.1 หาค่าประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ใช้สูตรดังนี้
(พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 152-153)

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

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

เมื่อ	E_1	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
	E_2	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน
	X	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของผู้เรียนแต่ละคน
	Y	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของผู้เรียนแต่ละคน
	A	แทน	คะแนนเต็มของการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

4.2 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของสัตว์โดยใช้วิธีของกูดแมนเฟลทเชอร์ และชไนเดอร์ (Goodman, Fletcher and Schnieder 1980 : 30-40; อ้างอิงมาจาก ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2545 : 170-171) จากสูตร ดังนี้

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

เมื่อ E.I. หมายถึง ค่าดัชนีประสิทธิผล