

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

สารนิพนธ์

ของ

ธาริตา ทองนำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

พฤษภาคม 2550

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

สารนิพนธ์

ของ

ธาริตา ทองน้ำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

พฤษภาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

บทคัดย่อ

ของ

ธาริตา ทองน้ำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

พฤษภาคม 2550

ธารिता ทองนำ.(2550). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา สารนิพนธ์. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นตามเกณฑ์ 85/85

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 50 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในทดลอง คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีคุณภาพด้านเนื้อหาและสื่ออยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 87.66/86.22

THE DEVELOPMENT OF THE COMPUTER MULTIMEDIA INSTRUCTION
ON THE MOVEMENT OF LIVES FOR FOURTH LEVEL STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
THARITA THONGNAM

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Educational Technology
at Srinakharinwirot University

May 2007

Tharita Thongnam. (2007). *The Development of Computer Multimedia Instruction on the Movement of Lives for Fourth Level Students*. Master's Project, M.Ed.(Educational Technology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Asst.Prof. Dr. Rittichai Onming.

The purposes of this study were to develop the computer multimedia instruction on the movement of lives and to find out its efficiency according to the set of 85/85 criterion.

The samples for this study were 50 Matthayom 5 students from Suwannaphumpitayapaisarn School, Suwannaphum District, Roi Et Province, during the second semester of the 2006 academic year. They were assigned into three groups by multistage random sampling. The study instruments were a computer multimedia instruction on movement of lives for fourth level student, an achievement test, and expert evaluation forms. Percentage and mean were used for data analysis.

The results revealed that a quality of the computer multimedia instruction was ranked in a very good level by content experts and educational technology experts. The efficiency of the computer multimedia instruction on the movement of lives for fourth level students was 87.66/86.22.

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง ประธานควบคุมสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต และอาจารย์ ดร.กุศล อิศดุภัย กรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ รวมถึงความช่วยเหลือในการปรับปรุงแก้ไขสารนิพนธ์ จนสำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ บุญส่ง ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจทาน และให้คำแนะนำเรื่องสถิติในการศึกษาค้นคว้า

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์อติศรา เจริญวานิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุวงศ์ นายศักดิ์ดา ชูศรี ครูเพ็ญศรี พันธุ์หินกอง ครูศุภาพิชญ์ หลีกคำ ครูณงเยาว์ วัฒนชัยสิทธิ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ พร้อมให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สิ่งมีชีวิตประกอบการถ่ายทำ ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษาทุกท่านที่ให้ความเมตตาตามาโดยตลอด ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ชาวเทคโนโลยีการศึกษาทุกคนที่มีน้ำใจช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ขอขอบคุณคุณเอนก สวัสดิโยดม คุณพัชรินทร์ เหลสกุล เพื่อนร่วมงานทุกคน ครอบครัววัฒนชัยสิทธิ์ ครอบครัวโคมฉายแสง และครอบครัวทองนำ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อุทิศชีวิตในการพัฒนาสื่อ เพื่อการเรียนรู้สำหรับผู้คนจำนวนมาก ประโยชน์และคุณค่าของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งที่มีได้เอ่ยนาม

ธารिता ทองนำ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
เอกสารที่เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา	6
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	14
เอกสารที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง.....	38
เอกสารที่เกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	44
3 วิธีดำเนินการวิจัย	48
ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	48
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	49
การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
การดำเนินการทดลอง.....	53
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	54
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	55
ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	55
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย	59
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	62
ความมุ่งหมายของการวิจัย	62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
ความสำคัญของการวิจัย	62
ขอบเขตของการวิจัย	62
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	63
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย	64
การวิเคราะห์ข้อมูล	65
สรุปผลการวิจัย	65
อภิปรายผล	66
ข้อเสนอแนะ	67
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	73
ภาคผนวก ก ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต.....	74
ภาคผนวก ข แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต.....	76
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแบบประเมิน คุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา.....	96
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาคุณภาพเครื่องมือ.....	101
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต.....	103
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	107

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตารางคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	52
2 ตารางผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	56
3 ตารางผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา.....	57
4 ตารางผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากการทดลองครั้งที่ 2.....	60
5 ตารางผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากการทดลองครั้งที่ 3.....	61

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างการวิจัยการศึกษา กับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.....	8
2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยการศึกษากับการวิจัยและพัฒนาการศึกษา.....	9

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวัน จะเห็นได้จากการเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์รูปแบบต่าง ๆ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถนำไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา การพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดความสมดุล และสามารถดำเนินชีวิตร่วมกันในสังคมได้อย่างมีความสุข

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำหายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน (กรมวิชาการ. 2545: 3) จึงกำหนดให้มีการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อสนองตอบความจำเป็นดังกล่าว โดยตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีการแบ่งองค์ความรู้ออกเป็น 8 สาระ คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า ความรู้ทางชีววิทยาพื้นฐานมีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยและการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ทางด้านชีววิทยาพื้นฐานทำให้มนุษย์มีความเข้าใจในรายละเอียดของโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิตเข้าใจสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ จนมีความสามารถที่จะใช้และควบคุมธรรมชาติ และนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมมนุษย์มากที่สุด (บุญสืบ พันธุ์ดี. 2537: 3)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต มีเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างสำคัญที่ใช้ในการเคลื่อนที่ รวมถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ซึ่งสัตว์แต่ละชนิดมีคุณลักษณะแตกต่างกันไป อีกทั้งกลไกที่ใช้ในการเคลื่อนที่มักเป็นองค์ประกอบอยู่ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตซึ่งมีความสลับซับซ้อน ซึ่งยากต่อการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจและมองเห็นเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน

ประกอบกับการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาเรื่องดังกล่าว มักใช้รูปแบบบรรยายควบคู่ไปกับการศึกษาเนื้อหาจากเอกสารหรือตำรา ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจและจินตนาการถึงลักษณะ โครงสร้าง รวมถึงขั้นตอนในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและขาดความสนใจในบทเรียน นอกจากนี้ การที่มีนักเรียนในแต่ละชั้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ไม่เท่ากัน ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพียงอย่างเดียวเป็นไปด้วยความลำบาก เกิดข้อจำกัดทั้งในด้านเวลาและสถานที่สำหรับการเรียนรู้ และยังขาดสื่อการเรียนการสอนที่มีความสามารถในการสื่อความหมาย ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้เห็นกระบวนการเคลื่อนที่ต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนและเหมาะสม รวมถึงความสามารถในการผสมผสานสื่อหลายชนิดเข้าไว้ด้วยกัน อันจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเรียนเกิดความสนใจและสามารถนำมาใช้แสวงหาความรู้หรือทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ซึ่งตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกโรงเรียน และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา (กรมวิชาการ. 2545: 2)

ปัจจุบันมีการนำระบบมัลติมีเดียหรือสื่อประสมมาใช้ในวงการศึกษามากขึ้น เนื่องจากเป็น การประยุกต์คอมพิวเตอร์รวมภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ข้อความ และข้อมูลไว้ด้วยกัน ทำให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลและข่าวสารในรูปแบบต่าง ๆ ได้ครบถ้วน และน่าสนใจกว่าเห็นข้อความอย่างเดียว ทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียน การสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าได้ในทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 243) สำหรับเนื้อหาวิชาที่ได้นำไปพัฒนาอย่างเป็นระบบในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใน ลักษณะสื่อประสม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ด้วยตนเอง เพื่อตอบสนองความแตกต่าง ระหว่างบุคคล (บุรณะ สมชัย. 2542: 14) สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี เพราะการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีส่วนลงมือกระทำกิจกรรมร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นรายบุคคล ในลักษณะของสื่อการสอนสองทาง ผู้เรียนสามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเอง และตาม อัตราเร็วในการเรียนรู้ โดยไม่ต้องรอหรือเร่งให้ไปพร้อม ๆ กับเพื่อนในชั้นเรียน จึงเป็นลักษณะการเรียนรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลอย่างชัดเจน (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530: 208)

ด้วยคุณสมบัติและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียวิชาชีววิทยา เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) สำหรับเป็นสื่อที่สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนและสามารถถ่ายทอดเนื้อหาได้อย่างเป็นรูปธรรม อันจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ เกิดมโนทัศน์ที่ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งความสามารถในการโต้ตอบหรือการมีปฏิสัมพันธ์ภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ยังช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระตือรือร้นและความสนใจ อันจะช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น นอกจากนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสามารถนำไปใช้งานได้อย่างสะดวก และสามารถสนับสนุนต่อการนำไปเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับการศึกษาค้นคว้าแหล่งข้อมูลการเรียนรู้ต่าง ๆ จากทั่วทุกมุมโลกได้อย่างกว้างขวางและไร้ขีดจำกัด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 236 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 50 คน ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างได้ดังนี้

1. จับสลากห้องเรียน 3 ห้องเรียน จากจำนวนทั้งหมด 5 ห้องเรียน เพื่อใช้เป็นห้องเรียนสำหรับการทดลองครั้งที่ 1, 2 และ 3
2. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 1 จำนวน 5 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 1
3. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 2 จำนวน 15 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 2
4. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 3 จำนวน 30 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 3

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

- การเคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของไซโทพลาซึม
- การเคลื่อนที่โดยใช้ซิเลีย
- การเคลื่อนที่โดยใช้แฟลเจลลัม

เรื่องที่ 2 การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- การเคลื่อนที่ของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ
- การเคลื่อนที่ของสัตว์ที่อาศัยอยู่บนบก
- การเคลื่อนที่ของแมลง

เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- การเคลื่อนที่ของสัตว์น้ำ
- การเคลื่อนที่ของสัตว์ปีก
- การเคลื่อนที่ของคน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนที่ใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์เป็นสื่อ เพื่อนำเสนอเนื้อหา เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ มีแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บรรจุในแผ่น CD-ROM

2. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต โดยสร้างจากโปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 และ

ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

3. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85

85 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำได้จากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้ อย่างน้อยร้อยละ 85

85 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้ อย่างน้อยร้อยละ 85

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
3. เอกสารที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. เอกสารที่เกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Educational Research and Development (R&D) ซึ่งมีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้แตกต่างกันดังนี้

เกย์ (Gay. 1976: 8) กล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาว่า เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ในโรงเรียน ซึ่งผลิตภัณฑ์จากการวิจัยและพัฒนาจะรวมถึงวัสดุอุปกรณ์ของครูที่ใช้ในการฝึกอบรม วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สื่อการสอน และระบบการจัดการ การวิจัยและพัฒนาจะครอบคลุมถึงการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะของผู้เรียนและระยะเวลาในการใช้ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากการวิจัยและพัฒนาจะพัฒนาตามความต้องการเฉพาะและขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่ต้องการ

บอร์กและกอลล์ (Borg and Gall. 1989: 782) กล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาว่า คือ กระบวนการที่นำมาพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ซึ่งคำว่า ผลิตภัณฑ์ (Product) ในที่นี้ ไม่ได้หมายความว่าสิ่งที่อยู่ในหนังสือ ภาพยนตร์ประกอบการสอน หรือคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงระเบียบวิธี เช่น ระเบียบวิธีในการสอน โปรแกรมการสอน โดยจุดเน้นของการวิจัยและพัฒนา คือ การพัฒนาโปรแกรมที่จะทำให้เกิดระบบการเรียนรู้ ซึ่งรวมถึงการพัฒนาอุปกรณ์และการฝึกอบรมบุคลากรให้เหมาะสมกับงาน

อุทัย บุญประเสริฐ (2542: 49) กล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาหรือ R&D ว่าเป็นการวิจัยประยุกต์ เป็นการวิจัยที่เน้นการแสวงหาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New products) สิ่งประดิษฐ์ใหม่ (New inventions) พัฒนาระบบงาน (Process) พัฒนาระบบและวิธีทำงาน (System and procedures)

และเทคโนโลยีใหม่ ๆ (New technologies) โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research-based development) สำหรับพัฒนาสิ่งที่ต้องการ

จะเห็นได้ว่า การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา เป็นการพัฒนาการศึกษาโดยพื้นฐาน การวิจัย (Research based educational development) เป็นกลยุทธ์หรือวิธีการสำคัญวิธีหนึ่ง ที่นิยมใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักเหตุผลและตรรกะวิทยา เป้าหมายหลักคือ ใช้เป็นกระบวนการในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา (Educational products) ซึ่งในที่นี้ หมายถึง วัสดุครุภัณฑ์ทางการศึกษา อันได้แก่ หนังสือแบบเรียน ฟลิ้ม สไลด์ เทปเสียง เทปโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯลฯ และวิธีการและกระบวนการทางการศึกษา เช่น ระบบการสอนและเทคนิควิธีการสอนแบบต่าง ๆ (พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์. 2532: 21; รัตนะ บัวสนธิ์. 2539: 1)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาเป็นกระบวนการที่ใช้ในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่ไม่ได้หมายความว่าเฉพาะในหนังสือแบบเรียน ตำราหรือสื่ออุปกรณ์การสอนเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงผู้เรียน ผู้สอน เทคนิควิธีการและกระบวนการต่าง ๆ โดยคำนึงถึงประโยชน์ทางด้านการศึกษาเป็นสำคัญ

ซึ่งจุดมุ่งหมายของการวิจัยทางการศึกษาคือการค้นหาความรู้ใหม่ ซึ่งเกี่ยวกับวิชาพื้นฐาน (การวิจัยพื้นฐาน) หรือเกี่ยวกับการนำไปใช้ในการศึกษา (การวิจัยประยุกต์) มิได้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ถึงแม้ว่าการวิจัยประยุกต์จะมีการผลิตสื่อหรือผลิตภัณฑ์ขึ้นมา แต่เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานของผู้วิจัยเท่านั้น จึงค่อนข้างยากที่จะนำผลิตภัณฑ์เหล่านั้นไปใช้จริงในโรงเรียน ดังนั้นการวิจัยและพัฒนา จึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยเชื่อมช่องว่างระหว่างการวิจัยและการใช้จริงในการศึกษา โดยใช้สิ่งที่ค้นพบในการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ และการทดสอบการใช้ผลิตภัณฑ์ในโรงเรียนมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Borg and Gall. 1989: 782)

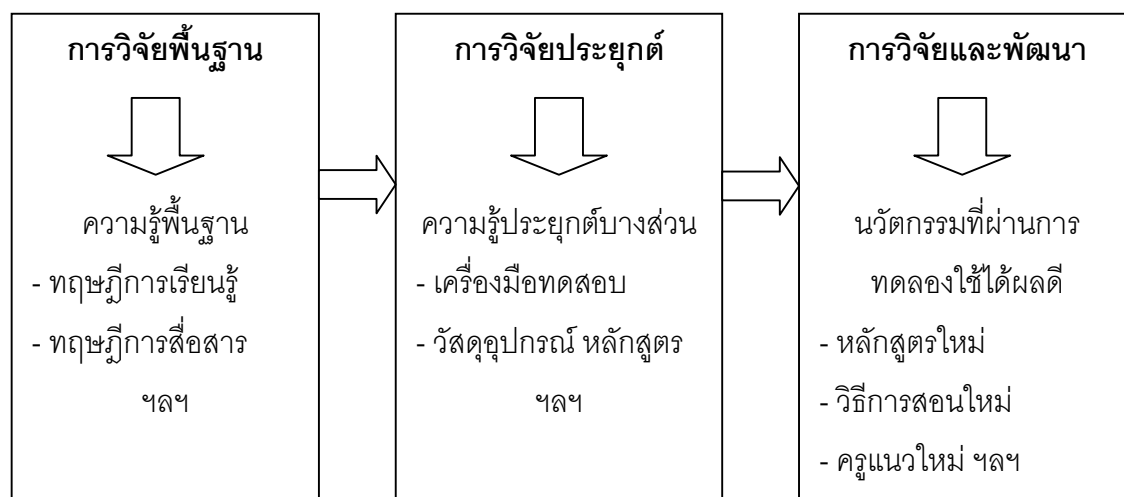
การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา (Educational Research and Development (R&D)) มีความแตกต่างจากการวิจัยการศึกษา (Educational research) ใน 2 ประการ คือ (พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์. 2532: 22)

1. เป้าประสงค์ (Goal) การวิจัยการศึกษามุ่งค้นหาความรู้ใหม่โดยการวิจัยพื้นฐานหรือการวิจัยบริสุทธิ์หรือมุ่งหาคำตอบเกี่ยวกับการปฏิบัติงานโดยการวิจัยประยุกต์ แต่การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา มุ่งพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา แม้ว่าการวิจัยประยุกต์ทางการศึกษาหลายโครงการก็มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา เช่น การวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการสอนหรืออุปกรณ์การสอน ผู้วิจัยอาจพัฒนาสื่อหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาสำหรับการสอนแต่ละแบบ

แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยแต่ละครั้งเท่านั้น ไม่ได้พัฒนาไปสู่การใช้สำหรับโรงเรียนทั่วไป

2. การนำไปใช้ (Utility) การวิจัยการศึกษามีช่องว่างระหว่างผลการวิจัยกับการนำไปใช้ นักการศึกษาและนักวิจัยจึงหาทางลดช่องว่างดังกล่าว โดยวิธีการที่เรียกว่า “การวิจัยและพัฒนา”

อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา มิใช่สิ่งที่จะทดแทนการวิจัยการศึกษา แต่เป็นเทคนิควิธีที่จะเพิ่มศักยภาพของการวิจัยการศึกษาให้มีผลต่อการจัดการศึกษา คือ เป็นตัวเชื่อมเพื่อแปลงไปสู่ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่ใช้ประโยชน์ได้จริงในโรงเรียนทั่วไป ดังนั้นการใช้กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาเพื่อปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาการศึกษา จึงเป็นการใช้ผลจากการวิจัยการศึกษา (ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยพื้นฐานหรือการวิจัยประยุกต์) ให้เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น โดยสามารถสรุปความสัมพันธ์และความแตกต่าง ดังภาพประกอบต่อไปนี้



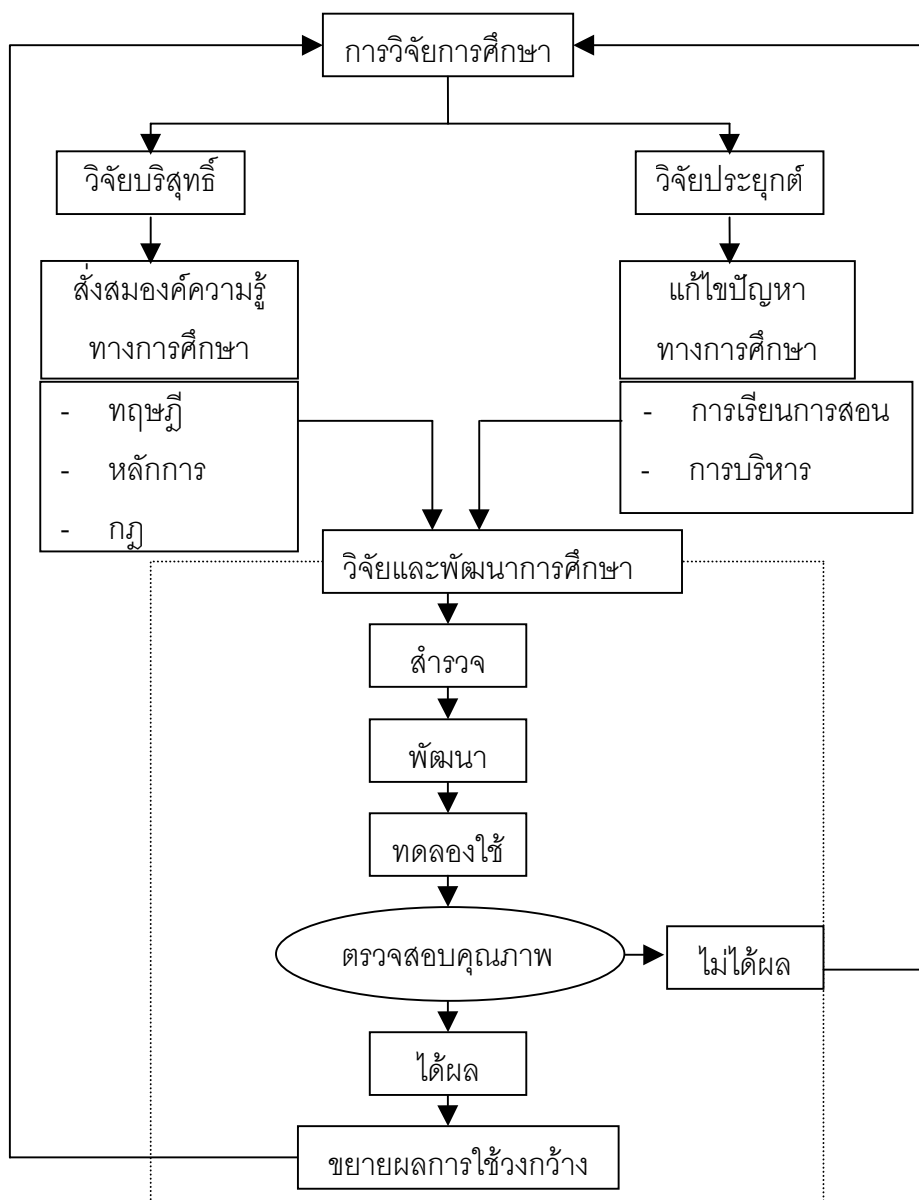
ภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างการวิจัยการศึกษากับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

ที่มา : พงษ์สิทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์. (2532, เมษายน-พฤษภาคม). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.

ใน รวมบทความเกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษา. หน้า 22

จากแนวคิดที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่าเป็นงานที่ทำต่อเนื่องกันหรือเป็นส่วนเดียวกัน ระหว่างการวิจัยและการพัฒนาการศึกษา ซึ่งมีได้แยกจากกันหรือจบตอนเฉพาะส่วนดังเช่นการวิจัยทางการศึกษาดังที่ปฏิบัติกันอยู่โดยทั่วไป แต่กระนั้น การวิจัยและพัฒนาการศึกษาก็มิได้หมายความว่า จะมีคุณค่ามากยิ่งขึ้นจนทำให้ไม่จำเป็นต้องทำการวิจัยทางการศึกษา (ทั้งวิจัยบริสุทธิ์และวิจัยประยุกต์)

อีกต่อไป หากแต่ในแท้ที่จริงแล้ว การวิจัยและพัฒนาการศึกษายังมีความสัมพันธ์และต้องอาศัยความรู้ที่เป็นผลมาจากการงานวิจัยการศึกษาทั้งสองประเภทอยู่เช่นกัน โดยสรุปได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการวิจัยการศึกษากับการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

ที่มา : รัตนะ บัวสนธ์. (2539, พฤษภาคม-สิงหาคม). การวิจัยและพัฒนาการศึกษา.

ใน ศึกษาศาสตร် มหาวิทยาลัยนเรศวร. หน้า 4

ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนา ซึ่งอ้างอิงมาจาก R&D Cycle ประกอบด้วยการศึกษาวิจัยเพื่อหาผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาแก้ปัญหา การพัฒนาผลิตภัณฑ์จะอยู่บนพื้นฐานของปัญหาที่ค้นพบ โดยมีการทดสอบภาคสนามเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดของผลิตภัณฑ์และทำการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการทดสอบภาคสนามชี้บ่งว่า ผลิตภัณฑ์สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (Borg and Gall. 1989: 784-785) โดยขั้นตอนสำคัญของการวิจัยและพัฒนา มี 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิจัยและรวบรวมข้อมูล

1.1 กำหนดผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จะวิจัยและพัฒนาคืออะไร โดยต้องกำหนดลักษณะทั่วไป รายละเอียดของการใช้วัตถุประสงค์ของการใช้ ซึ่งเกณฑ์ในการเลือกกำหนดผลิตภัณฑ์การศึกษาที่จะวิจัยและพัฒนา มี 4 ข้อ คือ ตรงกับความต้องการอันจำเป็นหรือไม่ ความก้าวหน้าทางวิชาการมีความพอเพียงในการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ บุคลากรที่มีอยู่มีทักษะ ความรู้ และประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการวิจัยและพัฒนาหรือไม่ และผลิตภัณฑ์นั้นจะพัฒนาขึ้นในเวลาอันสมควรได้หรือไม่

1.2 รวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นของการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยการสังเกตภาคสนามซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ผลิตภัณฑ์การศึกษาที่กำหนด ถ้ามีความจำเป็นผู้ทำการวิจัยและพัฒนาอาจต้องทำการศึกษาวิจัยขนาดเล็กเพื่อหาคำตอบ ซึ่งงานวิจัยและทฤษฎีที่มีอยู่ไม่สามารถตอบได้ ก่อนที่จะเริ่มทำการพัฒนาต่อไป

ขั้นที่ 2 การวางแผนการวิจัยและพัฒนา

ในขั้นนี้ประกอบด้วย กำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้ผลิตภัณฑ์ประมาณการค่าใช้จ่าย กำลังคน ระยะเวลาที่ต้องใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ และพิจารณาผลสืบเนื่องจากผลิตภัณฑ์

ขั้นที่ 3 การพัฒนารูปแบบขั้นตอนของผลิตภัณฑ์

ในขั้นนี้เป็นขั้นการออกแบบและจัดทำผลิตภัณฑ์การศึกษาตามที่วางไว้ เช่น ถ้าเป็นโครงการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นจะต้องออกแบบหลักสูตร เตรียมวัสดุหลักสูตร คู่มือผู้ฝึกอบรม เอกสารในการฝึกอบรม และเครื่องมือการประเมินผล

ขั้นที่ 4 การทดลองหรือทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 1

โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบและจัดเตรียมไว้ในขั้นที่ 3 ไปทดลองใช้ เพื่อทดสอบคุณภาพขั้นต้นของผลิตภัณฑ์ในโรงเรียนจำนวน 1-3 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเล็ก 6-12 คน ประเมินผลโดยการใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผล

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 1

นำข้อมูลและผลจากการทดลองใช้จากขั้นที่ 4 มาพิจารณาปรับปรุง

ขั้นที่ 6 การทดลองหรือทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

ขั้นนี้ให้นำผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงไปทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามวัตถุประสงค์ โรงเรียนจำนวน 5–15 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30–100 คน ประเมินผลในเชิงปริมาณในลักษณะก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ นำผลไปเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ของการใช้ผลิตภัณฑ์ อาจมีกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองถ้าจำเป็น

ขั้นที่ 7 ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

นำข้อมูลและผลจากการทดลองใช้จากขั้นที่ 6 มาพิจารณาปรับปรุง

ขั้นที่ 8 การทดลองหรือทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 3

ขั้นนี้จะนำผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงในขั้นที่ 7 ไปทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ทดสอบในโรงเรียนจำนวน 10–30 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 40–200 คน ประเมินผลโดยการใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

ขั้นที่ 9 ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 3

นำข้อมูลและผลการทดลองขั้นที่ 8 มาพิจารณาปรับปรุง เพื่อผลิตและเผยแพร่ต่อไป

ขั้นที่ 10 การเผยแพร่

เสนอรายงานเกี่ยวกับผลการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในที่ประชุมสัมมนาทางวิชาการ หรือวิชาชีพ เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการ ติดต่อกับหน่วยงานทางการศึกษาเพื่อจัดทำผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา เผยแพร่ไปใช้ในโรงเรียนต่าง ๆ หรือติดต่อบริษัทเพื่อผลิตและจำหน่าย

รัตนะ บัวสนธิ์ (2539: 6-10) กล่าวถึง การดำเนินงานวิจัยและพัฒนาการศึกษาว่าเป็น กระบวนการที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไป 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิจัยเชิงสำรวจ

เริ่มจากการศึกษาหาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาประมวลสรุปใช้เป็นแนวทางวางแผนในการออกแบบพัฒนาผลงานหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การสำรวจสภาพความต้องการจำเป็น (Need survey) ในการพัฒนาผลงานหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาแต่ละประเภท สำรวจเอกสารเกี่ยวกับนโยบายของหน่วยงานบังคับบัญชา รายงานการวิจัยและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผลงานหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จะดำเนินการพัฒนาสำรวจทรัพยากร การดำเนินงานที่มีอยู่ และที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนา ได้แก่ งบประมาณ บุคลากร วัสดุอุปกรณ์ อาคารสถานที่ ตลอดจนเวลา

การดำเนินงานในขั้นตอนที่ 1 นิยมใช้แบบสอบถามความต้องการ แบบสำรวจรายการ และการสัมภาษณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่ต้องการ ทั้งนี้การออกแบบการวิจัย (Research

design) ในส่วนที่เกี่ยวกับแหล่งข้อมูลจำนวนขนาดแหล่งข้อมูล การเก็บวิเคราะห์ข้อมูลก็เป็นไปตามลักษณะวิธีวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ทั่วไป

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนออกแบบพัฒนา

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาสรุปเพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ตามประเด็นดังต่อไปนี้ จัดลำดับความสำคัญและความจำเป็นก่อนหลังในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาแต่ละประเภท เตรียมความพร้อมและประมาณการค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับทรัพยากรที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา พิจารณาผลอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นตามมาจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ออกแบบ กำหนดรูปแบบ ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จะพัฒนา ดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาตามที่กำหนดรูปแบบหรือออกแบบ

การดำเนินการในขั้นนี้ จะใช้วิธีการประชุมระดมสมองวางแผนในกลุ่มผู้เกี่ยวข้อง ทั้งที่เป็นกลุ่มผู้บริหารหรือผู้ดำเนินนโยบายและกลุ่มผู้ลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้ อาจมีการประชุมหรือจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาด้วย

ขั้นตอนที่ 3 การวิจัยเชิงทดลอง

เป็นการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะดำเนินการในลักษณะการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีการออกแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) เกี่ยวกับการใช้จำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลอง การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ และรวมไปถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ตามปกติการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมานั้น จะเป็นการศึกษานำร่อง (Pilot Study) ซึ่งนิยมใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย เช่น นำไปทดลองใช้กับโรงเรียนหรือสถานการศึกษา จำนวน 1-3 โรงเรียน หรือใช้กับนักเรียนจำนวนประมาณ 3-10 คน สำหรับการรวบรวมข้อมูลนั้น อาจใช้แบบทดสอบ แบบสอบถาม การตรวจสอบผลงาน การสังเกต และการสัมภาษณ์ก็ได้ขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวมนั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและพัฒนา

หลังจากทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาในขั้นตอนที่ 3 จะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำไปประกอบการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาบางด้านของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ทั้งในแง่ของการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นโดยตรง และการปรับปรุงในวิธีการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 การวิจัยเชิงประเมิน

เมื่อดำเนินการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาตามข้อบกพร่องที่พบจากการทดลองใช้ครั้งแรกให้นำผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้ง โดยมีการขยายจำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มเป้าหมายที่จะทดลองใช้ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นอีก ซึ่งถ้าเป็นโรงเรียนอาจต้องใช้จำนวนประมาณ 10-30 โรงเรียน หรือหากเป็นนักเรียนก็อาจใช้จำนวนนักเรียน

ประมาณ 30 คนขึ้นไป ทั้งนี้ การดำเนินงานก็ยังคงมีลักษณะคล้ายกับการวิจัยเชิงทดลอง นั่นคือ มีการกำหนดแบบแผนการทดลอง เพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา

อย่างไรก็ตาม แม้การดำเนินการในขั้นตอนนี้จะคล้ายกับการวิจัยเชิงทดลอง แต่ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา นอกจากจะอาศัยผลจากการทดลองเพียงอย่างเดียวแล้ว ยังต้องมีการตรวจสอบของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นนี้อย่างรอบด้าน ทั้งในแง่ทรัพยากรหรือปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลผลิต และผลกระทบในระหว่างดำเนินการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่ดำเนินงานในขั้นตอนนี้นิยมใช้แบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบตรวจสอบรายการ ในขณะที่การวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยอาศัยวิธีการทางสถิติต่าง ๆ มาใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อน-หลังการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบการทดสอบ t-test และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA)

ขั้นตอนที่ 6 การปรับปรุง/ขยายผลนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานในขั้นตอนที่ 5 อาจช่วยให้มีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาในบางด้าน เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังจากปรับปรุงแล้วก็เพิ่มผลิตภัณฑ์ทางการศึกษานั้น ๆ เฉพาะกรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาประเภทวัสดุ อุปกรณ์ ครูภัณฑ์ หลังจากนั้นก็ดำเนินการเผยแพร่รายงานผลการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จัดทำขึ้น รวมทั้งการนำเสนอตัวอย่างผลิตภัณฑ์และมอบหมายส่งการให้นำผลิตภัณฑ์ทางการศึกษานั้นไปใช้ในหน่วยงาน โดยมีเป้าหมายที่การขยายผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาดังกล่าวนี้ให้กว้างขวางต่อไป

นอกจากนี้ ธเนศ ขำเกิด (2540: 157-158) ได้กล่าวถึง ความสัมพันธ์ของกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยจำแนกเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนแรก วิเคราะห์สภาพปัญหาความต้องการจำเป็น เป็นเพียงการศึกษาให้รู้ถึงงานในหน้าที่ความรับผิดชอบนั้นมีปัญหาที่แท้จริงคืออะไร การสืบค้นหรือวิธีการหาปัญหาอย่างมีระบบก็คือ การวิจัยเชิงสำรวจนั่นเอง

ขั้นตอนที่ 2 จากนั้นเมื่อได้ทราบปัญหาแล้ว ถ้าหยุดนิ่งไม่แก้ปัญหาก็พัฒนาให้ดีขึ้น ก็ยอมไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีเกิดขึ้น จึงต้องคิดค้นรูปแบบหรือนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหานั้น คือ การพัฒนา

ขั้นตอนที่ 3 และเมื่อพัฒนารูปแบบการแก้ปัญหามานวัตกรรมแล้ว เพื่อให้รู้ว่ามีรูปแบบหรือนวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด ก็ต้องนำไปทดลองใช้ นั่นคือ การวิจัยเชิงทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 หากแก้ปัญหาล้มเหลว ก็กลับไปวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงรูปแบบหรือนวัตกรรม แล้วทดลองใช้ใหม่จนสามารถแก้ปัญหาล้มเหลวได้สำเร็จ หากแก้ปัญหาล้มเหลวแล้ว

เขียนรายงานการวิจัย และเผยแพร่รูปแบบหรือนวัตกรรมนั้น ๆ ให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และวงการวิชาการต่อไป

จะเห็นได้ว่า การวิจัยและพัฒนา มีการนำกระบวนการวิจัยหลายประเภทมารวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ อันจะทำให้ได้ผลงานที่มีประโยชน์และมีคุณค่า สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุง หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาได้อย่างกว้างขวาง อีกทั้งยังช่วยสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรม ทั้งรูปแบบการทำงานและกระบวนการต่าง ๆ ให้เจริญก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ปัจจุบันหลายหน่วยงานต่างมุ่งให้ความสำคัญในการพัฒนาคุณภาพงานเพื่อการศึกษา ทำให้มีผู้สนใจเข้ามาศึกษาค้นคว้าด้านการวิจัย และพัฒนาทางการศึกษาเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับสถานศึกษาต่าง ๆ ก็ได้ทำการเปิดสอนเพื่อรองรับความต้องการในสาขาดังกล่าว อันจะส่งผลให้มีการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาใช้ประโยชน์ทางการศึกษา มากขึ้นในอนาคต

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ราชบัณฑิตยสถานได้บัญญัติศัพท์คำว่า CAI ซึ่งมาจากคำย่อของคำในภาษาอังกฤษ ที่ว่า computer-aided instruction; computer-assisted instruction หมายถึง การสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (ราชบัณฑิตยสถาน. 2543: 21) แต่คนทั่วไปคุ้นกับคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากเป็นการแปลความหมายที่ตรงตามคำและสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่าย โดยมีนักวิชาการได้อธิบายความหมายไว้แตกต่างกันดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2539: 94) กล่าวว่า การสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (Computer-Assisted Instruction : CAI) คือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การเรียน โดยการสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ โดยผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง เป็นการที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับโปรแกรมที่เสนอบทเรียนในลักษณะของตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาซึ่งเป็นสิ่งเร้า แล้วมีการตอบสนอง โปรแกรมจะประเมินการตอบสนองและให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อการเสริมแรง แล้วให้ผู้เรียนเลือกเรียนสิ่งเร้าลำดับต่อไปจนจบบทเรียน

กมลธร สิงห์ปฐุ (2541: 16) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดวิชาแทนครูหรือ ทบทวนทำแบบฝึกหัดหรือวัดผล โดยอาศัยโปรแกรมที่บรรจุไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ การเรียนด้วยวิธีนี้สามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ด้วย

รัชนีวรรณ อิมสมัย (2542: 9) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนและฝึกฝนทักษะจากคอมพิวเตอร์ แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชาบางบทเรียน ในการเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์ จะดำเนินไปอย่างเป็นระบบ คอมพิวเตอร์สามารถชี้ข้อผิดของนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยสนองความแตกต่างของความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียนได้

บุรณะ สมชัย (2542: 14) ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง เนื้อหาวิชาที่ได้นำไปพัฒนาอย่างเป็นระบบ ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะสื่อประสม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ด้วยตนเองเพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดความรู้เนื้อหาวิชานั้นแทนครูผู้สอน พร้อมทั้งประเมิน ให้ผลย้อนกลับ และสามารถโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้

วุฒิชัย ประสารสอย (2543: 10) ให้ความหมายว่า เป็นการจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน

มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 3) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ บทเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่ถูกจัดกระทำไว้อย่างเป็นระบบและมีแบบแผน โดยใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอ และจัดการเพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับบทเรียนนั้น ๆ ตามความสามารถของตนเอง โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีทักษะและประสบการณ์ด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน ก็สามารถเรียนรู้ได้

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล; ไพบุลย์ เกียรติโกมล; และ เสกสรรค์ แยมพิณิจ (2546: 21) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (CAI) คือ การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเสริม เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น การใช้คอมพิวเตอร์เสริมการสอนนี้สามารถใช้ประกอบขณะที่ผู้สอนทำการสอนเอง หรือการใช้สอนแทนผู้สอนทั้งหมดก็ได้

ทักษิณา สนวนานนท์ (2536: 88) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสร้างโปรแกรมบทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอาจจะมีภาคแบบฝึกหัด บททบทวนและถามตอบไว้พร้อม ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองและเป็นรายบุคคล การสอนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยนั้นถือว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเพียงอุปกรณ์การสอนแต่ไม่ใช่ครูผู้สอน

อเลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip: 1985) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นการสอนที่ประกอบด้วยการนำเสนอเนื้อหา การให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝน และมีการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการผสมผสานของกิจกรรม

ชิปปิล (Sippl. 1981: 52) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน โดยนำมาประยุกต์ในการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนที่จัดไว้ ซึ่งสามารถบอกข้อบกพร่องของผู้เรียนเมื่อทำผิดพลาดได้

นอกจากนี้ ยังมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สำคัญ 4 ประการ สรุปได้ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2545: 14-16; ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลขาจรสสส. 2541: 8-11; บุญระ สมชัย. 2542: 23-30)

1. ความเป็นสารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ (Content) คือ การจัดระเบียบขององค์ความรู้ที่ถ่ายทอดไปสู่ผู้เรียนอย่างเป็นระบบ โดยยึดหลักประสิทธิภาพการเรียนรู้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ วิธีการคิด การออกแบบ และการพัฒนาบทเรียนที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนให้เรียนรู้ เนื้อหาอย่างเป็นระบบ โดยใช้หลักการและวิธีการของสารสนเทศ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนวิธีการศึกษาของผู้เรียนจากวิธีดั้งเดิมทั้งปริมาณและวิธีประมวลความรู้

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ต้องมีลักษณะยืดหยุ่น เพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง รวมทั้งการเลือกรูปแบบ ของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามความถนัดของตนเอง

3. การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) หมายถึง การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสโต้ตอบกับบทเรียนอย่างต่อเนื่อง ตลอดทั้งบทเรียน ผลที่ตามมาคือจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback) ผลป้อนกลับหรือการให้ คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันที หมายรวมไปถึงการมีแบบทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตาม วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบการเรียนรู้ของตนได้ ซึ่งความสามารถในการให้ผลป้อนกลับ โดยทันที ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อเทียบกับสื่อชนิดอื่น ๆ

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการประยุกต์นำคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการเรียนการสอน โดยอาศัยสื่อในการนำเสนอข้อมูลไปสู่ผู้เรียนในรูปแบบของบทเรียนหรือ โปรแกรมสำเร็จรูป จึงนิยมเรียกว่า “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” โดยคุณลักษณะของบทเรียน คอมพิวเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นสารสนเทศโดยการออกแบบการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ สามารถสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความพร้อมและ

ความสามารถของแต่ละบุคคล การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน รวมถึงการให้ผลย้อนกลับในทันที อันจะช่วยให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น

ความหมายของมัลติมีเดีย

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ทำให้ส่งผลให้มีการนำมัลติมีเดียมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในสถานศึกษาหรือการใช้ประโยชน์ในด้านการเรียนการสอน เนื่องจากความสามารถอันโดดเด่นในการผสมผสานข้อมูลต่าง ๆ สำหรับการนำเสนอทั้งในลักษณะของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และข้อมูลต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี โดยมีนักวิชาการได้อธิบายความหมายของคำว่า มัลติมีเดีย ไว้แตกต่างกันดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2543: 102) ได้ให้ความหมายของคำว่ามัลติมีเดีย (Multimedia) ไว้ว่า(1) สื่อประสม (2) สื่อหลายแบบ

เย็น ภู่วรรณ (2538: 159) กล่าวว่า มัลติ แปลว่า หลากหลาย มีเดีย แปลว่า สื่อ มัลติมีเดีย จึงหมายถึง สื่อหลายอย่าง สื่อหรือตัวกลาง คือสิ่งที่จะส่งความเข้าใจระหว่างกันของผู้ใช้ เช่น ข้อมูลตัวอักษร รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และอื่น ๆ อีกที่นำมาประยุกต์ร่วมกัน

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 267) กล่าวว่า สื่อประสม หมายถึง การนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วย เพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการเสนอข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหวและวีดิทัศน์ และเสียง

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2539: 30) ได้กล่าวถึง ระบบสื่อประสม (Multimedia) ว่าเป็นระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ประมวล และแสดงได้ทั้งข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียงได้พร้อมกัน

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2538: 25) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือ การประสมประสาน อักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและภาพวีดิทัศน์ สื่อความหมายข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้ใช้โปรแกรม

พัลลภ พริยะสุรวงศ์ (2541: 10) กล่าวถึงมัลติมีเดียว่า คือ การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมาย โดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก (Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) และวีดิทัศน์ (Video) เป็นต้น

สถาพร สาธุการ (2540: 109) กล่าวว่า มัลติมีเดียหรือสื่อประสม (Multimedia) เป็นการนำเอาตัวกลาง (Media) หลาย ๆ ชนิดที่ผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ เช่น เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิโอ ข้อความ ฯลฯ มาสัมพันธ์กัน

วิชาญ ใจเถิง (2543: 31) กล่าวว่า บทเรียนมัลติมีเดีย หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์หรือเครื่องอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติทำหน้าที่เสมือนสมองกลมาเป็นสื่อช่วยครูในการเรียนการสอนนักเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงดนตรีประกอบ ทำแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์ การเรียนการสอนจากคอมพิวเตอร์จะถูกดำเนินไปอย่างเป็นระบบในรูปแบบที่เหมาะสม และนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

อดิศักดิ์ เซ็นเสถียร (2541: 35) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือ สื่อที่รวมลักษณะของ วิทัศน์ เสียง รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และข้อความ เข้าด้วยกันเป็นสื่อเพียงหนึ่งเดียว

ไพลิน บุญเดช (2539: 3) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือ สื่อที่ใช้แทนข่าวสาร (Information) หลาย ๆ สื่อประกอบเข้าด้วยกัน เช่น ตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เป็นต้น

สมพงษ์ บุญธรรมจินดา (2541: 131) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่แสดงสื่อได้หลายสื่อ และสามารถโต้ตอบได้

เจฟฟ์โคท (Jeffcoate: 1995) กล่าวถึง มัลติมีเดียว่า คือ ระบบสื่อสารข้อมูลข่าวสารหลายชนิด โดยผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ ฐานข้อมูล ตัวเลข กราฟิก ภาพเสียง และวิทัศน์

ฮอลล์ (Hall: 1996: 10) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือ โปรแกรมซอฟต์แวร์ที่อาศัยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งรวมถึงการนำเสนอข้อความ สีสัน ภาพกราฟิก (Graphic images) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) และภาพยนตร์วิทัศน์ (Full motion video) ส่วนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive multimedia) จะเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่รับการตอบสนองจากผู้ผู้ใช้โดยใช้คีย์บอร์ด (Keyboard) เมาส์ (Mouse) หรือตัวชี้ (Pointer) เป็นต้น

บันเซล และ มอริส (Bunzel. & Morris. 1994: 4) กล่าวว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การรวมกันของสื่อหลากหลาย โดยมีคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) เป็นตัวกลางในการนำเสนอ ชนิดของสื่อที่นำเสนอ ได้แก่ ตัวอักษร กราฟิก เสียง และวิดีโอ ซึ่งสามารถผสมผสานกันได้อย่างดีและเป็นการนำเสนอสื่อในลักษณะการสื่อสารสองทาง โดยผู้ผู้จะมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์และสามารถโต้ตอบกันได้

พอลลินเซน และ เฟรเทอร์ (Paulissen and Frater. 1994: 3-4) กล่าวถึงความหมายมัลติมีเดียว่า คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการรวมสื่อและควบคุมอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เช่น จอคอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นวิทัศน์แบบเลเซอร์ดิสก์ เครื่องเล่นแผ่นเสียงจากแผ่นซีดี เครื่องสังเคราะห์คำพูด และเสียงดนตรี เพื่อสื่อความหมายบางประการ

วอกฮัน (Vaughan. 1996: 4) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือ การใช้คอมพิวเตอร์สื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟ ภาพศิลป์ (Graphic art) เสียง ภาพเคลื่อนไหว

(Animation) และวีดิทัศน์ เป็นต้น ถ้าผู้ใช้สามารถควบคุมสื่อเหล่านี้ให้แสดงออกมาตามต้องการได้ ระบบนี้จะเรียกว่า มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive multimedia)

แอสตัน และ ชวาส (Aston and Schwarz. 1994: 230) กล่าวว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาควบคุมสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ทำงานร่วมกันในลักษณะของการผสมผสานอย่างเป็นระบบ สื่อที่จะเข้าร่วมในระบบมัลติมีเดียอาจจะเป็นทั้งสัญญาณเสียงและสัญญาณภาพ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่ามัลติมีเดีย (Multimedia) ได้ว่า คือ การประยุกต์การทำงานร่วมกันของสื่อต่าง ๆ เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูล อาทิ ตัวอักษร กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือวีดิทัศน์ โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปในควบคุมการทำงานประสานกัน นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียให้มีการปฏิสัมพันธ์หรือโต้ตอบกันได้ (Interactive) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ซึ่งลักษณะของสื่อที่ได้ส่วนใหญ่จะถูกบันทึกลงบนแผ่นซีดีรอม (CD-ROM) เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน โดยมีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงาน

องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

การทำงานของมัลติมีเดียเป็นการรวมเอาความสามารถทางเทคโนโลยีหลาย ๆ ด้านเข้าไว้ด้วยกัน และต้องอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอ ซึ่งพัลลภ พริยะสุวรรณ (2541: 11-12) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการออกแบบ ดังนี้

1. ตัวอักษร (Text) ตัวอักษรถือว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย โปรแกรมประยุกต์โดยมากมีตัวอักษรให้ผู้เขียนเลือกได้หลาย ๆ แบบ และสามารถที่จะเลือกสีของตัวอักษรได้ตามต้องการ นอกจากนั้นยังสามารถกำหนดขนาดของตัวอักษรได้ตามต้องการ การโต้ตอบกับผู้ใช้ก็ยังนิยมใช้ตัวอักษร รวมถึงการใช้ตัวอักษรในการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ได้ เช่น การคลิกไปที่ตัวอักษรเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การนำเสนอ เสียง ภาพกราฟิก หรือเล่นวีดิทัศน์ เป็นต้น นอกจากนี้ ตัวอักษรยังสามารถนำมาจัดเป็นลักษณะของเมนู (Menus) เพื่อให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่จะศึกษาได้ โดยคลิกไปที่บริเวณกรอบสี่เหลี่ยมของมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์

2. ภาพนิ่ง (Still images) ภาพนิ่งเป็นภาพกราฟิกที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่ายหรือภาพวาด เป็นต้น ภาพนิ่งมีบทบาทสำคัญต่อมัลติมีเดียมาก ทั้งนี้เนื่องจากภาพจะให้ผลในเชิงของการเรียนรู้ด้วยการมองเห็น ดังนั้นภาพจึงมีบทบาทมากในการออกแบบมัลติมีเดียที่มีตัวอักษรและภาพนิ่งเป็น GUI (Graphical User Interface) ภาพนิ่งสามารถผลิตได้หลายวิธี เช่น การวาด (Drawing) การสแกนภาพ (Scanning) เป็นต้น

3. เสียง (Sound) เสียงในมัลติมีเดียจะจัดเก็บอยู่ในรูปของข้อมูลดิจิทัล และสามารถเล่นซ้ำ (Replay) ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์พีซี การใช้เสียงในมัลติมีเดียเพื่อนำเสนอข้อมูล หรือสร้างสภาพแวดล้อมให้น่าสนใจยิ่งขึ้น เช่น เสียงน้ำไหล เสียงหัวใจเต้น เป็นต้น เสียงสามารถใช้เสริมตัวอักษร หรือนำเสนอวัตถุที่ปรากฏบนจอภาพได้เป็นอย่างดี เสียงที่เข้าร่วมกับโปรแกรมประยุกต์สามารถบันทึกเป็นข้อมูลแบบดิจิทัลจากไมโครโฟน แผ่นซีดีเสียง (CD-ROM audio disc) เทปเสียง และวิทยุ เป็นต้น

4. ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพเคลื่อนไหว หมายถึง การเคลื่อนไหวของภาพกราฟิก อาทิ การเคลื่อนไหวของลูกสูบและวาล์วในระบบการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจระบบการทำงานของเครื่องยนต์ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นภาพเคลื่อนไหวจึงมีขอบข่ายตั้งแต่การสร้างภาพด้วยกราฟิกอย่างง่าย พร้อมทั้งการเคลื่อนไหวกราฟิกนั้น จนถึงกราฟิกที่มีรายละเอียดแสดงการเคลื่อนไหว

5. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive links) การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ หมายถึง การที่ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถเลือกข้อมูลได้ตามต้องการ โดยใช้ตัวอักษรหรือปุ่มสำหรับตัวอักษรที่จะสามารถเชื่อมโยงได้ จะเป็นตัวอักษรที่มีสีแตกต่างจากอักษรตัวอื่น ๆ ส่วนปุ่มก็จะมีลักษณะคล้ายกับปุ่มเพื่อชมภาพยนตร์ หรือคลิกลงบนปุ่มเพื่อเข้าหาข้อมูลที่ต้องการ หรือเปลี่ยนหน้าต่างของข้อมูลต่อไป

6. วิดีทัศน์ (Video) การใช้มัลติมีเดียในอนาคตจะเกี่ยวข้องกับการนำภาพยนตร์ วิดีทัศน์ ซึ่งอยู่ในรูปของดิจิทัลรวมเข้าไปกับโปรแกรมประยุกต์ที่เขียนขึ้น โดยทั่วไปของวิดีโอจะนำเสนอด้วยเวลาจริงที่จำนวน 30 ภาพต่อวินาที ในลักษณะนี้จะเรียกว่าวิดีโอดิจิทัล (Digital Video) คุณภาพของวิดีโอดิจิทัลจะทัดเทียมกับคุณภาพที่เห็นจากจอโทรทัศน์ ดังนั้นทั้งวิดีโอดิจิทัลและเสียงจึงเป็นส่วนที่ผนวกเข้าไปสู่การนำเสนอและการเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย วิดีทัศน์สามารถนำเสนอได้ทันทีด้วยจอคอมพิวเตอร์ ในขณะที่เสียงสามารถเล่นออกไปยังลำโพงภายนอกได้โดยผ่านการ์ดเสียง (Sound Card)

ซึ่งสอดคล้องกับ กาเยสกี (Gayeski. 1993: 8) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบของมัลติมีเดียว่า จะต้องประกอบด้วย ตัวอักษร (Text) กราฟิก (Graphic) เสียง (Audio) วิดีทัศน์ (Video) ภาพจริง (Synthetic Images) และกิดานันท์ มลิทอง (2543: 271-272) ได้กล่าวว่า สื่อประสมในปัจจุบันจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการเสนอสารสนเทศในรูปแบบรวมของข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว และภาพเคลื่อนไหวแบบวิดีโอ เพื่อรวมเป็นองค์ประกอบของสื่อประสมในลักษณะของ “สื่อหลายมิติ” โดยก่อนที่จะมีการประมวลเป็นสารสนเทศนั้น ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับรูปแบบโดยแบ่งเป็นลักษณะดังนี้

1. ภาพนิ่ง ก่อนที่ภาพถ่าย ภาพวาด หรือภาพต่าง ๆ ที่เป็นภาพนิ่งจะเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ให้แลดูสวยงามได้นั้น ภาพเหล่านี้จะต้องถูกเปลี่ยนรูปแบบก่อน เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้และเสนอภาพเหล่านั้นได้ โดยมีรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก 2 รูปแบบ คือ

- กราฟิกแผนที่บิต (Bitmapped graphics) หรือกราฟิกแรสเตอร์ (Raster graphics) เป็นกราฟิกที่แสดงด้วยจุดภาพในแนวตั้งและแนวนอนเพื่อประกอบรวมเป็นภาพ ภาพที่อยู่ในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .gif, .tiff, และ .bmp

- กราฟิกเส้นสมมติ (Vector Graphics) หรือกราฟิกเชิงวัตถุ (Object-oriented graphics) เป็นกราฟิกที่ใช้สูตรคณิตศาสตร์ในการสร้างภาพ โดยที่จุดจะถูกระบุด้วยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แทนที่จะอยู่ในแนวตั้งและแนวนอน ภาพกราฟิกประเภทนี้จะสร้างและแก้ไขได้ง่ายและมองดูสวยงามมากกว่ากราฟิกแผนที่บิต ภาพในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .eps, .wmf, และ .pict

2. ภาพเคลื่อนไหว ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในสื่อประสมจะหมายถึง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว หรือที่เรียกกันว่าภาพแอนิเมชัน (Animation) ซึ่งนำภาพกราฟิกที่วาดหรือถ่ายเป็นภาพนิ่งไว้มาสร้างให้แลดูเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการจำลองสถานการณ์จริง เช่น ภาพการขับเครื่องบิน นอกจากนี้ยังอาจใช้การเพิ่มผลพิเศษ เช่น การหลอมภาพ (Morphing) ซึ่งเป็นเทคนิคการทำให้ภาพเคลื่อนไหวโดยใช้ “การเติมช่องว่าง” ระหว่างภาพที่ไม่เหมือนกัน เพื่อให้ดูเหมือนว่าภาพหนึ่งถูกหลอมละลายไปเป็นอีกภาพหนึ่ง โดยมีการแสดงการหลอมของภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่งให้ดูด้วย

3. ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ การบรรจุภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ลงในคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้โปรแกรมและอุปกรณ์เฉพาะในการจัดทำ ปกติแล้วแฟ้มภาพวีดิทัศน์จะมีขนาดใหญ่ที่บรรจุใหญ่มาก ดังนั้นจึงต้องลดขนาดแฟ้มภาพลงด้วยการใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ (Compression) ด้วยการลดพารามิเตอร์บางส่วนของสัญญาณในขณะที่คงเนื้อหาสำคัญไว้ รูปแบบของภาพวีดิทัศน์บีบอัดที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ Quicktime, AVI, และ MPEG

4. เสียง เช่นเดียวกับข้อมูลภาพ เสียงที่ใช้ในสื่อประสมจำเป็นต้องบันทึกและจัดรูปแบบเฉพาะเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและใช้ได้ รูปแบบเสียงที่นิยมใช้กันมากจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ Waveform (WAV) และ Musical Instrument Digital Interface (MIDI) แฟ้มเสียง WAV จะบันทึกเสียงจริง ดังเช่นเสียงเพลงในแผ่นซีดีและจะเป็นแฟ้มขนาดใหญ่ จึงจำเป็นต้องได้รับการบีบอัดก่อนนำไปใช้ แฟ้มเสียง MIDI จะเป็นการสังเคราะห์เสียงเพื่อสร้างเสียงใหม่ขึ้นมา จึงทำให้แฟ้มมีขนาดเล็กกว่าแฟ้ม WAV แต่คุณภาพเสียงจะด้อยกว่า

5. ส่วนต่อประสาน เมื่อมีการนำข้อมูลต่าง ๆ มารวบรวมสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรมสร้างสื่อประสมแล้ว การที่จะนำองค์ประกอบต่าง ๆ มาใช้งานได้นั้น จำเป็นต้องใช้ส่วน

ต่อประสาน (Interface) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นได้ ส่วนต่อประสานที่ปรากฏบนจอภาพจะมีมากมายหลายรูปแบบ อาทิเช่น รายการเลือกแบบผุดขึ้น (Pop-up menus) แถบเลื่อน (Scroll bars) และสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

6. การเชื่อมโยงหลายมิติ ส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของการใช้งานในรูปแบบสื่อประสมในลักษณะสื่อหลายมิติ คือ ข้อมูลต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างรวดเร็วโดยใช้จุดเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) การเชื่อมโยงนี้จะสร้างการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลตัวอักษร ภาพ และเสียงโดยการใช้ข้อความขีดเส้นใต้ หรือสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น รูปลำโพง รูปฟิล์ม ฯลฯ เพื่อให้ผู้ใช้คลิกที่จุดเชื่อมโยงเหล่านั้นไปยังข้อมูลที่ต้องการ

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการสื่อความหมายและถ่ายทอดข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ อาทิ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ เสียง การเชื่อมโยง รวมไปถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน เพื่อเป็นการดึงดูดและสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปใช้งาน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูงสามารถรองรับการทำงานของระบบมัลติมีเดียและโปรแกรมต่าง ๆ ได้ดี จึงจะสามารถแสดงผลการทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

รูปแบบการนำเสนอของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การนำเสนอข้อมูลในลักษณะของมัลติมีเดีย สามารถแสดงผลได้หลายลักษณะ อาทิ การอ่านข้อความ การฟังเสียง การดูภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งนอกจากจะดึงดูดความสนใจได้ดีแล้วยังสามารถตอบสนองกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี โดยโรเซนเบิร์กและคณะ (Rosenborg and Others. 1993: 367-374) ได้กำหนดรูปแบบการนำเสนอมัลติมีเดียที่ใช้กันโดยทั่วไปดังนี้

1. **รูปแบบเส้นตรง (Linear progression)** รูปแบบนี้ใกล้เคียงกับหนังสือ ซึ่งมีโครงสร้างแบบเส้นตรงโดยให้ผู้ใช้งานเริ่มต้นจากหน้าแรกและสามารถย้อนกลับหน้าจอที่ผ่านมาได้ ส่วนมากการเสนอผลงานแบบนี้มักจะอยู่ในรูปไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ซึ่งใช้ข้อความเป็นตัวหลักในการดำเนินเรื่อง รวมทั้งการใส่เสียง ภาพวิดิทัศน์ หรือแอนิเมชัน เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ การนำเสนอรูปแบบนี้อาจเรียกได้ว่าเป็น Electronic stories หรือ ไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia)

2. **รูปแบบอิสระ (Perform hyperjumping)** รูปแบบอิสระนี้ อนุญาตให้ผู้ใช้ข้ามไปมาระหว่างหน้าจอใดหน้าจอหนึ่งได้อย่างอิสระ ซึ่งจะกระตุ้นความสนใจของผู้ใช้และสร้าง

ความประหลาดใจจากการนำเสนอข้อมูล โดยรูปแบบนี้จะมีการชี้นำผู้ใช้งานว่าจะเข้าสู่ข้อมูลได้อย่างไร และวิธีไหนที่เร็วที่สุด เพื่อมิให้ผู้ใช้งานหลงทาง

3. **รูปแบบวงกลม (Circular paths)** มัลติมีเดียที่มีรูปแบบวงกลม จะประกอบด้วยการนำเสนอข้อมูลแบบเส้นตรงชุดเล็ก ๆ หลาย ๆ ชุดมาเชื่อมต่อกันและกลับคืนสู่เมนูใหญ่ รูปแบบนี้เหมาะสำหรับระบบการฝึกฝน หรือฝึกงานที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐาน ซึ่งมีการแยกฝึกแต่ละส่วนแล้วกลับคืนสู่จุดเริ่มต้น

4. **รูปแบบฐานข้อมูล (Database)** รูปแบบฐานข้อมูลนี้จะมีการบรรจุดัชนีเพื่อเพิ่มความสามารถในการค้นหาสำหรับให้รายละเอียดจำพวกข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว

5. **รูปแบบผสม (Compound documents)** ในรูปแบบนี้เป็นการผสมรูปแบบทั้งสี่ที่กล่าวมาข้างต้น ตลอดจนถึงการใช้ OLE (Object Linking and Embedding) นอกจากนี้ยังสามารถที่จะเชื่อมฐานข้อมูลให้ทำงานร่วมกับชาร์ตและสเปรดชีต (Spread sheet) ได้อีกด้วย

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า รูปแบบของการนำเสนอข้อมูลของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ รูปแบบเส้นตรง รูปแบบอิสระ รูปแบบวงกลม รูปแบบฐานข้อมูล และรูปแบบผสม ซึ่งในการเลือกนำไปใช้นั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ในการจัดทำบทเรียนนั้น ๆ รวมถึงความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหาและกลุ่มผู้เรียน เพราะนอกจากจะทำให้สะดวกต่อการสร้างงานแล้ว การพิจารณาเลือกรูปแบบที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาได้

ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การนำระบบมัลติมีเดียมาผสมผสานกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในด้านข้อความ ภาพ เสียง และการมีปฏิสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดี ประกอบกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปใช้งานอย่างกว้างขวางมากขึ้นทั้งในสถานศึกษาและสถานประกอบการต่าง ๆ ซึ่งจากสภาพการใช้งาน ความต้องการ และวิธีการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน นักวิชาการหลายท่านจึงได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สรุปได้ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2545: 40-51; ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลขาจรสสส. 2541: 11-12; กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 245-248)

1. **การสอนเนื้อหา (Tutorial instruction)** เป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนในรูปแบบเรื่องราว โดยมีข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกันที่เรียกว่า มัลติมีเดีย ผู้เรียนสามารถตอบคำถามและทบทวนบทเรียนในบทนั้นหรือสามารถเรียนบทต่อไปได้

นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน สามารถบันทึกรายชื่อผู้เรียน และวัดระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับผู้เรียนได้

2. การฝึกหัด (Drills and practice) เป็นบทเรียนที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีก จนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อน แล้วจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นได้ โปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้สามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษา เป็นต้น

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองสถานการณ์จริงขึ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษา เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก อาจประกอบด้วยการเล่นความรู้ การแนะนำเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความชำนาญและคล่องแคล่ว ในบทเรียนสถานการณ์จำลองนี้จะมีโปรแกรมการสาธิต (Demonstration) อยู่ด้วยเพื่อแสดงให้เห็นให้ผู้เรียนได้ดูเป็นตัวอย่าง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างสถานการณ์จำลองจึงมีความสำคัญในการเรียนการสอนที่สามารถจำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจง่าย

4. เกมเพื่อการสอน (Instructional games) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานเพลิดเพลิน สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจและอยากเรียนรู้ได้ง่าย นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ซึ่งรูปแบบบทเรียนของเกมเพื่อการสอน คล้ายคลึงกับบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย

5. การค้นพบ (Discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. การแก้ปัญหา (Problem-solving) การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ในลักษณะนี้เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบ

ที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหา โดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหา คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง

7. การทดสอบ (Tests) บทเรียนชนิดนี้ใช้เพื่อทดสอบนักเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาหรือฝึกปฏิบัติมาแล้ว ผู้เรียนจะทำแบบทดสอบโดยผ่านคอมพิวเตอร์และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์สามารถรับคำตอบและจดบันทึกผล ตรวจให้คะแนน ประมวลผล และเสนอผลให้นักเรียนทราบในทันทีที่ผู้เรียนสำเร็จ

นอกจากนี้ ลินดา (Linda. 1995: 6-8) ได้แบ่งประเภทของมัลติมีเดียโดยอาศัยลักษณะสำคัญของมัลติมีเดียที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้มีโอกาสโต้ตอบ (Interactive) กับสื่อหรือข่าวสารที่ได้รับอยู่ตามลักษณะการนำไปใช้งานไว้ดังนี้

1. มัลติมีเดียการศึกษา (Educational Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เริ่มได้รับความนิยมและนำมาใช้ในการฝึกอบรม (Computer Based Training) เฉพาะงาน ก่อนที่นำมาใช้ในระบบชั้นเรียนอย่างจริงจัง เช่น โปรแกรมการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โปรแกรมการพัฒนาภาษา โปรแกรมทบทวนสำหรับเด็ก ฯลฯ มี 3 รูปแบบแบ่งประเภทลักษณะการใช้งานดังนี้

1.1 Self Training เป็นโปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาตัวเองในด้านทักษะต่างๆ มีการนำเสนอ (Presentation) หลากรูปแบบ เช่น การฝึกหัด (Drill and Practice) แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นต้น เน้นการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นสื่อที่มีการสอนความรู้ การฝึกปฏิบัติ และการประเมินผลภายในโปรแกรมเดียวกัน ผู้ใช้สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีครูสอน

1.2 Assisted Instruction โปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยในการให้ข้อมูลหรือใช้ประกอบการสอนเนื้อหาต่างๆ เช่น Tutorial เป็นต้น หรือใช้เป็นสื่อในการศึกษาเพิ่มเติม เป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ในโปรแกรมอาจสร้างเป็นรูปแบบไฮเปอร์เท็กซ์ให้สามารถโยงเข้าสู่รายละเอียดที่นำเสนอไว้ช่วยในการค้นคว้าง่ายขึ้น

1.3 Edutainment เป็นโปรแกรมการศึกษาที่ประยุกต์ความบันเทิงเข้ากับความรู้อยู่ในรูปแบบในการนำเสนอแบบเกม (Game) หรือการเสนอความรู้ในลักษณะเกม สถานการณ์จำลอง (Game Simulation) หรือการนำเสนอเป็นเรื่องสั้น (Mini Series) เป็นต้น

2. มัลติมีเดียเพื่อการฝึกอบรม (Training Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการฝึกอบรม ช่วยพัฒนาประสิทธิภาพของบุคลากรในด้านทักษะการทำงาน เจตคติต่อการทำงานในหน่วยงาน

3. มัลติมีเดียเพื่อความบันเทิง (Entertainment Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อความบันเทิง เช่น เกมส์ ภาพยนตร์ เพลง การ์ตูน เป็นต้น

4. มัลติมีเดียเพื่องานด้านข่าวสาร (Information Access Multimedia) เป็นโปรแกรมที่รวบรวมข้อมูลเฉพาะงานที่เก็บไว้ในรูปของ CD-ROM หรือมัลติมีเดียเพื่อช่วยรับส่งข่าวสาร (Conveying Information) ใช้เพิ่มประสิทธิภาพการรับส่งข่าวสารการประชาสัมพันธ์ไปยังกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

5. มัลติมีเดียเพื่องานขายและการตลาด (Sales and Marketing Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมข้อมูลการซื้อขาย แหล่งซื้อขายสินค้าต่าง ๆ

6. มัลติมีเดียเพื่อการค้นคว้า (Book Adaptation Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น แผนผังภูมิประเทศของประเทศต่าง ๆ ทำให้การค้นคว้าเป็นไปอย่างสนุกสนาน มีรูปแบบเป็นฐานข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia Database) โดยผ่านโครงสร้างไฮเปอร์เท็กซ์ เช่น สารานุกรมต่าง ๆ โปรแกรม Microsoft Bookshelf, Compton's Family Encyclopedia, Tourist Information, Medical database, Foreign database, etc.,

7. มัลติมีเดียเพื่อช่วยงานการวางแผน (Multimedia as a Planning Aid) เป็นกระบวนการสร้างและนำเสนองานแต่ละชนิดให้มีความเหมือนจริง (Virtual Reality) มี 3 มิติ เช่น การออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรมและภูมิศาสตร์ หรือนำไปใช้ในการแพทย์ การทหาร การเดินทาง โดยสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้ได้สัมผัสเหมือนอยู่ในสถานการณ์จริง ซึ่งบางครั้งไม่สามารถจะไปอยู่ในสถานการณ์จริงได้

8. มัลติมีเดียเพื่อเป็นสถานีข่าวสาร (Information Terminals) จะพบเห็นในงานบริหารข้อมูลข่าวสารในงานธุรกิจ จะติดตั้งอยู่ส่วนหน้าของหน่วยงาน เพื่อบริการลูกค้า โดยลูกค้าสามารถเข้าสู่ระบบบริการของหน่วยงานนั้นด้วยตนเอง สามารถใช้บริการต่าง ๆ ที่นำเสนอไว้โดยผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ สะดวกทั้งผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ มีลักษณะเป็นป้ายหรือเป็นจออิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ติดกำแพง (Multimedia Wall System) เสนอภาพ เสียง ข้อความต่าง ๆ ที่น่าสนใจ

9. ระบบเครือข่ายมัลติมีเดีย (Networking with Multimedia)

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ด้วยศักยภาพในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีความสามารถในการตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนหลายกลุ่ม โดยมีลักษณะสำคัญคือ การเปิดโอกาสให้ผู้ได้มีโอกาสโต้ตอบ (interactive) หรือการมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้สามารถจำแนกบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ อาทิ บทเรียนสำหรับการสอนเนื้อหา บทเรียนสำหรับการฝึกหัด บทเรียนสำหรับสถานการณ์จำลอง บทเรียนเกมเพื่อการสอน

บทเรียนสำหรับการค้นพบ บทเรียนสำหรับการแก้ปัญหา บทเรียนสำหรับการทดสอบ เป็นต้น ซึ่งในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้เป็นสำคัญ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

อเลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1985: 271–277) ได้เสนอรูปแบบการพัฒนาโปรแกรมที่ผู้ใช้สามารถดัดแปลงให้มีความยืดหยุ่น โดยยึดหลักของระบบการพัฒนาการสอน (Instructional System Development หรือเรียกย่อ ๆ ว่า ISD) ซึ่งจะเน้นพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเฉพาะในเรื่องของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ และระดับความสามารถของผู้เรียน สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย (Define purpose) สิ่งแรกต้องตั้งจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้นักเรียนทราบว่าเรียนรู้อะไรและหลังจากจบบทเรียนแล้วสามารถทำอะไรได้ โดยต้องคำนึงถึงระดับความรู้เดิมของผู้เรียน

2. รวบรวมทรัพยากร (Collect resource materials) เป็นการเก็บรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เช่น ตำรา เอกสารอ้างอิง รูปภาพ ข้อมูล ตัวอย่าง โปรแกรม สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการที่จะช่วยออกแบบ

3. ประมวลผลความคิด (Generate ideas) การสร้างความคิดที่จะทำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบางครั้งค่อนข้างยาก ต้องใช้วิธีระดมความคิดจากผู้อื่นที่จะช่วยในการออกแบบ

4. จัดลำดับความคิด (Organize ideas) ผลจากการระดมความคิด จะทำให้คิดเป็นเรื่องเป็นราวเป็นระเบียบขึ้น ซึ่งจะเป็นผลให้สามารถเลือกวิธีที่จะสอนและส่วนประกอบอื่น ๆ ได้ดี

5. ผลิตบทเรียนบนกระดาษ (Produce lesson displays on paper) คือ ขั้นตอนผลิตเป็นการออกแบบแล้วลงมือเขียนออกมาเป็นบทเรียน ในสิ่งที่จะปรากฏบนจอ เช่น เนื้อหา คำถาม ผลย้อนกลับ วิธีเรียน และการเตรียมตัวให้พร้อมในการเรียน ทั้งนี้จะรวมถึงการเตรียมเค้าโครงของกราฟิก เช่น รูปการ์ตูน กราฟ และการเคลื่อนไหว สิ่งที่สำคัญที่สุดคือสตอรี่บอร์ด (Storyboard) ที่จะบอกขั้นตอนของการแสดงต่าง ๆ บนจอคอมพิวเตอร์

6. เขียนผังงาน (Flowchart the lesson) แผนภูมิจะแสดงการทำงานของโปรแกรมตั้งแต่ต้นจนจบ แต่จะไม่แสดงเนื้อหาและความรู้ที่จะแสดงบนจอภาพ จะมีเพียงขั้นตอนของเนื้อหาเท่านั้น ตลอดจนทางเลือกต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ จะมีการวาดรูปหรือการเคลื่อนไหวของรูปตอนใด ถ้าเด็กทำผิดจะทำอย่างไร เมื่อใดที่โปรแกรมจะจบลง

7. เขียนโปรแกรม (Program the lesson) การเขียนโปรแกรมเป็นกระบวนการที่เขียนสิ่งที่มียูไปสู่สิ่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจโดยอาศัยผังงานและสตอริบอร์คอย่างดี ซึ่งในขั้นตอนนี้ อาจจะมีการผิดพลาดบ้างผู้เขียนจะต้องตรวจแก้ (Debug) ให้ถูกต้อง

8. ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพบทเรียน (Evaluate the quality and effectiveness of the lesson) การทดสอบโปรแกรมอาจใช้วิธีดูว่าโปรแกรมทำงานถูกต้องหรือไม่ อาจดูด้วยตนเองหรือให้ผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนและการออกแบบการสอนช่วยดูให้ และจะประเมินผลได้จากที่นักเรียนได้เรียนบทเรียนนี้แล้ว ขั้นนี้จะรวมทั้งการทดลองกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ (Pilot testing) และการหาความแม่นยำ (Validation)

วุฒิชัย ประสารสอย (2543 : 28-31) กล่าวว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เป็นกระบวนการที่ต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งต้องใช้ความวิริยะ อุตสาหะ และความรู้ความสามารถของผู้ปฏิบัติเป็นอย่างมาก โดยกำหนดขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียออกเป็น 8 ขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป (Goal/Objectives) ได้แก่ กำหนดว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้ต้องการจะนำไปใช้เพื่อใครและต้องการให้เรียนรู้อะไรบ้าง จากการศึกษาและวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รวมถึงแผนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่ต้องการนำมาสร้าง

2. รายละเอียดของเนื้อหา (Content specification) ได้แก่ เนื้อหาความรู้ที่กำหนดเอาไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ ซึ่งอาจจะได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสัมภาษณ์ทางวิชาการหรือค้นหาเพื่อจัดระบบจากแหล่งทรัพยากรอื่น แล้วนำมาวิเคราะห์ความสำคัญและคุณค่าของบูรณาการด้านเนื้อหา รวมไปถึงการศึกษาและกำหนดคุณสมบัติของเนื้อหาความรู้และกิจกรรมบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

3. วิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เริ่มต้นจากการวิเคราะห์งาน (Task analysis) เพื่ออธิบายกิจกรรมการเรียนการสอนและจัดลำดับกิจกรรมเหล่านั้นให้เหมาะสม ถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั่วไป จนได้รายละเอียดของเรื่องที่จะสอนหรือหัวข้อการสอน (Topic content) จากนั้นนำเอารายละเอียดที่ได้มาแบ่งแต่ละตอนให้สมดุลและสัมพันธ์กัน อาจสลับหัวข้อใหม่หรือรวมหัวข้อที่คล้ายคลึงกันได้ เพื่อให้ต่อเนื่องหรือเพิ่มเติมเพื่อความเข้าใจง่ายขึ้น ข้อสำคัญคือไม่ควรตัดทอนเนื้อหาให้น้อยกว่าที่กำหนด

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral objectives) เป็นการกำหนดพฤติกรรมเชิงความรู้ (Knowledge-base behavior) เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้เมื่อเรียนจบแล้วจะได้รับสิ่งใดจากการเรียน การกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนเอาไว้ล่วงหน้าอย่างแน่ชัดและเฉพาะเจาะจง เป็น

การบอกให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าตนเองจะได้รับการพัฒนาความสามารถ (Competency-base learning) จนประสบผลสำเร็จในการเรียนอย่างไร และช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ตามระดับความสามารถ

5. กลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอ (Teaching strategies & models of delivery) ได้แก่ การเลือกที่จะใช้วิธีสื่อสารเพื่อให้เกิดการรับรู้ เช่น การนำเสนอข้อมูลเนื้อหาด้วยข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยกำหนดหลักการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและธรรมชาติของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในที่สุด การกำหนดกลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ควรแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่สัมพันธ์กันเป็นลำดับ และนำเสนอเนื้อหาความรู้ที่น้อย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนที่ต่อเนื่องกัน และถ้าผู้เรียนได้ใช้ศักยภาพภายในตนเองอย่างเต็มที่แล้วยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ก็ยังสามารถเรียนซ้ำได้ไม่จำกัดครั้ง

6. ออกแบบและลงมือสร้างบทเรียน (Design & Implementation) ในขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับการเตรียมผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ได้แก่ การนำเอารายละเอียดที่ได้จากการปฏิบัติที่ผ่านมาทั้งหมดมาจำแนกรายละเอียดเป็นการเฉพาะในแต่ละส่วน และเป็นการกำหนดแผนและวิธีการปฏิบัติในรายละเอียดที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ข้อมูลในการปฏิบัติ หากพบว่ามีข้อบกพร่องที่ส่วนใดควรปรับปรุงและแก้ไขให้บกพร่องน้อยที่สุด เรียกว่าขั้นตอนการเขียนบทดำเนินเรื่องหรือที่เรียกว่า การเขียนสคริปต์

7. นำเสนอต่อผู้เรียน (Delivery) เป็นวิธีการที่จะนำไปสู่กระบวนการหาประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักการด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) และสร้างรูปแบบนำเสนอให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ดังนั้นควรเลือกวิธีนำเสนอความรู้รอบคอบรัดกุม โดยอาจจะใช้วิธีออกแบบกิจกรรมในบทเรียนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้รับการสอนซ่อมเสริม (Remedial teaching) เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นการสร้างบรรยากาศของการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับการส่งเสริมพัฒนาการทางเจตคติหรือเข้าใจความรู้สึกรักของมนุษย์ เพื่อสร้างบรรยากาศการจัดสภาวะการณ์สำหรับการสอนตามแนวความคิดของการสอนแนวใหม่ (Alternative teaching) ที่มุ่งเน้นให้บรรลุในหลักการสำคัญโดยสรุปคือ เน้นความเป็นกันเองระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและไม่เคร่งเครียด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเลือกเรียนสิ่งที่ตนเองสนใจ และใช้เวลาเรียนได้อย่างเต็มที่ เน้นกิจกรรมแบบความร่วมมือกันของกลุ่มมากกว่าการแข่งขัน ดังนั้นหากพบว่ามีข้อบกพร่องในบทเรียนตอนใดตอนหนึ่ง ควรปรับปรุงหรือแก้ไขให้สมบูรณ์มากที่สุด ก่อนการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

8. การวัดและประเมินผล (Evaluation) ได้แก่ การประเมินระหว่างการศึกษา ด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน เพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้ในเบื้องต้น เช่น การประเมิน

ความถูกต้อง ความเหมาะสม และการครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะจัดให้มีขึ้นในบทเรียนนั้น รวมทั้งการประเมินสรุป ซึ่งเป็นขั้นการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้เพื่อการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

นอกจากนี้ มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 155-161) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การกำหนดหัวเรื่องและกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป (Specify title and define general objective) ควรคำนึงถึงลักษณะของเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมสำหรับการเรียน การสอนรายบุคคล จากผลการวิจัยปรากฏว่า ลักษณะเนื้อหาวิชาที่ใช้ได้ผลดีกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ วิชาทางด้านทฤษฎีที่เน้นความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ส่วนวิชาทางด้านปฏิบัติหรือวิชาทดลอง จะสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ยาก อีกทั้งยังใช้ได้ผลน้อยกว่าวิชาที่เน้นทางด้านพุทธิพิสัย จากนั้นกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของหัวเรื่องซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเค้าโครง ขอบเขตและมโนคติของเนื้อหาที่จะนำเสนอเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วัตถุประสงค์ทั่วไปที่กำหนดขึ้นนี้จะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนในขั้นต่อไป

2. การวิเคราะห์ผู้เรียน (Audience analysis) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องวิเคราะห์ผู้เรียนเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ เช่น ระดับชั้น อายุ ความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์เดิม ระดับความรู้ความสามารถและความสนใจต่อการเรียน เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนให้สอดคล้องกับกลุ่มผู้เรียนอย่างแท้จริง

3. การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral analysis) เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากใช้เป็นแนวทางการจัดการของบทเรียน ให้ดำเนินไปตามกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน โดยบ่งบอกถึงสิ่งที่บทเรียนคาดหวังจากผู้เรียนว่าจะสามารถแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมาภายหลังสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้

4. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ขั้นตอนนี้เน้นว่ามีความสำคัญและใช้เวลามาก โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนในขั้นตอนที่ผ่านมาเป็นแนวทางในการรวบรวมเนื้อหาให้สอดคล้องกับความต้องการมากที่สุด และจำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเป็นผู้วิเคราะห์หรือให้เป็นผู้ตรวจสอบเนื้อหา ก่อนที่จะนำไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ (Design) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การออกแบบคอร์สแวร์ (Courseware design) เริ่มต้นด้วยการกล่าวนำเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน บอกวัตถุประสงค์ ทำแบบทดสอบก่อนบทเรียน นำเสนอเนื้อหา และทำ

แบบทดสอบหลังบทเรียน เรียงตามลำดับจนครบกระบวนการเรียนรู้ ตามหลักการของ Robert Gagne ในขั้นตอนนี้เป็นกรอกแบบตัวบทเรียนหลังจากที่ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาแล้ว รวมถึงรูปแบบการนำเสนอบทเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเลือกใช้สื่อ การใช้คำถามระหว่างเรียน การตัดสินใจ คำตอบ การเสนอสิ่งเร้าและการให้ข้อมูลย้อนกลับ การเสริมแรง และส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. การออกแบบผังงานและบทดำเนินเรื่อง (Lesson flowchart and storyboard design) ผังงาน (Flowchart) หมายถึง แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของบทดำเนินเรื่อง ซึ่งเป็นการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียน โดยทั่วไปมักจะเขียนผังงานก่อนบทดำเนินเรื่อง แต่อาจจะเขียนพร้อมๆ กันก็ได้

บทดำเนินเรื่อง (Storyboard) หมายถึง เรื่องราวของบทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนประกอบด้วยข้อความ ภาพ คำถาม-คำตอบ รวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ ในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับบทสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์หรือภาพยนตร์ การออกแบบบทดำเนินเรื่องจะยึดตัวบทเรียนเป็นหลัก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป การออกแบบบทดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียดและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนง่ายขึ้นและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลังอีกด้วย

3. การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen design) หมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพของคอมพิวเตอร์ให้เป็นสัดส่วนในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ ปุ่มควบคุมบทเรียน และส่วนอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการนำเสนอบทเรียน นอกจากจะเป็นการสร้างความสนใจในบทเรียนแล้ว การจัดหน้าจอที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยและคล่องตัว สามารถใช้บทเรียนได้โดยไม่มีอุปสรรคใด ๆ การออกแบบจอภาพมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องหลายประการ ได้แก่ ความสามารถในการแสดงภาพ สีของเครื่องคอมพิวเตอร์ ความละเอียดของภาพ ขนาดของจอ รูปแบบตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร สีของตัวอักษร พื้นหลัง และวิธีการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งผู้ที่สามารถออกแบบหน้าจอภาพได้ดี จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทางด้านศิลปะและมีความเข้าใจต่อความสามารถในการแสดงผลภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์พอสมควร

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา (Development) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การเตรียมการ (Preparation phase) ในขั้นตอนนี้จะต้องดำเนินการโดยนักคอมพิวเตอร์ที่มีความชำนาญด้านการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือระบบนิพจน์บทเรียนเท่านั้น อย่างไรก็ตามผู้สอนที่มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านก็ยังคงมีความจำเป็นที่ต้องคอยให้คำปรึกษาแนะนำการพัฒนาบทเรียนอยู่

ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องเตรียมวัสดุต่าง ๆ เช่น ภาพ ข้อความ และเสียง โดยจัดหาจากแหล่งต่าง ๆ หรือใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างขึ้นมาแล้วบันทึกไว้ก่อนเพื่อนำไปใช้พัฒนาบทเรียนในขั้นต่อไป

2. การสร้างบทเรียน (Develop the lesson) หลังจากเตรียมข้อความ ภาพ เสียง และเตรียมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบบทเรียนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามบทดำเนินเรื่องที่ละเฟรม ๆ จนครบทุกเฟรม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือระบบนิพนธ์บทเรียน หลังจากนั้นจะเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเฟรมเข้าด้วยกันตามผังงานที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนแรก จัดรูปแบบการนำเสนอ เขียนโปรแกรมการจัดการบทเรียน และจัดหน้าจอภาพตามที่ออกแบบไว้ รวมทั้งการสร้างคำถามระหว่างบทเรียน แบบทดสอบ การประเมินผลคะแนน และการจัดการฐานข้อมูลขั้นต้น กล่าวได้ว่าสามารถใช้ระบบนิพนธ์บทเรียนในการจัดการบทเรียนได้ทั้งหมด

3. การทำเอกสารประกอบบทเรียน (Documentation) เอกสารประกอบบทเรียน ได้แก่ คู่มือการใช้งาน การแนะนำ การติดตั้งและบำรุงรักษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อชี้แนะให้ผู้เรียนทราบถึงข้อแนะนำต่าง ๆ รวมถึงวิธีการติดตั้งบทเรียนเข้ากับคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังรวมถึงแผนการเรียนรู้ (Learning map) เพื่อแนะแนวทางการเรียน

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้ (Implementation) เมื่อได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำบทเรียนนั้นไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญก่อน เมื่อได้รับผลการประเมินและแก้ไขปรับปรุงจนเป็นที่พอใจแล้วจึงนำไปใช้ วิธีที่ยึดเป็นแนวทางปฏิบัติทั่วไปคือ การนำไปใช้รายบุคคลกับผู้เรียนกลุ่มย่อยประมาณ 2-3 คนก่อน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนเกี่ยวกับคำสั่งที่ใช้ เนื้อหาบทเรียน คำถาม แบบทดสอบก่อนและหลังบทเรียน และส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำไปใช้อีกครั้งกับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้เรียนจริง อย่างน้อย 10 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนในขั้นต้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) การประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้สูตรที่มีนักการศึกษาคิดค้นขึ้น เป็นต้นว่า การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ได้จากแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียน หรือคะแนนเฉลี่ยจากคำถามระหว่างบทเรียนกับคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบทดสอบหลังเรียน ส่วนวิธีการประเมินผลที่ได้รับความนิยมในกลุ่มนักวิจัยคือ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ นอกจากนี้ ยังมีอีกหลายวิธีที่ใช้ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ซึ่งแต่ละวิธีจะให้ผลไม่แตกต่างกันการประเมินผลอีกวิธีหนึ่ง อาจจะทำภายหลังจากที่ได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ระยะหนึ่ง แล้วทำการประเมินว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ บทเรียนยากหรือง่ายเกินไป นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าถึงสภาพที่แท้จริงของบทเรียน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงบทเรียนต่อไป และหลังจากแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้มีคุณภาพเป็นที่น่าพอใจแล้ว ขั้นสุดท้ายเป็นการเตรียม

บทเรียนสำหรับผู้เรียน ซึ่งเป็นการติดตั้งลงบนสื่อคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ แผ่นซีดีรอม หรือ แผ่นจานแม่เหล็ก เพื่อเผยแพร่ต่อไป

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้ดังนี้ เริ่มจากการวิเคราะห์เนื้อหาหรือหลักสูตร ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดรูปแบบและแนวทางในการนำเสนอในรูปแบบสตอรี่บอร์ด เขียนแผนผังงาน จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงลงมือสร้างบทเรียน เมื่อเสร็จแล้ว นำบทเรียนที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย จึงนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนในขั้นต้น นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง จากนั้นจึงทำการประเมินผล โดยวิธีการประเมินคุณภาพและทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นจนมีคุณภาพตามที่กำหนด แล้วทำการเผยแพร่บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของแผ่นซีดีรอม หรือแผ่นจานแม่เหล็ก

ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้ในการเรียนการสอนในปัจจุบัน นับว่ามีบทบาทสำคัญยิ่ง เนื่องจากเป็นสื่อที่มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ อีกทั้งยังสามารถตอบสนองการเรียนรู้บุคคลได้เป็นอย่างดี ประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ไม่หยุดนิ่ง ทำให้สามารถพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีศักยภาพมากขึ้น ส่งผลให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์และคุณค่าของสื่อมัลติมีเดียในการนำไปใช้ในการเรียนการสอน สรุปได้ดังนี้ (บุปผชาติ ทัพพิกรธรณ์ และคนอื่นๆ. 2544: 17; ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. 2541: 12; กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 245-248; มนต์ชัย เทียนทอง. 2545: 92-93)

1. ช่วยให้การออกแบบบทเรียนตอบสนองต่อแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียว่าสามารถช่วยเสริมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้

2. สามารถจัดเก็บในรูปแบบของซีดีรอมทำให้ใช้ง่าย เก็บรักษาง่าย พกพาได้สะดวก และสามารถทำสำเนาได้ง่าย

3. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ความต้องการ และความสะดวกของตนเอง กล่าวคือ ผู้ที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้ให้ทันผู้เรียนอื่นได้
4. ผู้สอนสามารถใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่อสอนเนื้อหาใหม่เพื่อการฝึกฝน เสนอสถานการณ์จำลองและสอนการคิดแก้ปัญหา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้เป็นประการสำคัญ
5. สนับสนุนให้มีสถานที่เรียนไม่จำกัดอยู่เพียงห้องเรียนเท่านั้น ผู้เรียนอาจเรียนรู้ที่บ้าน ที่ห้องสมุด หรือภายใต้สภาพแวดล้อมอื่น ๆ ตามเวลาที่ตนเองต้องการ
6. สามารถใช้สื่อมัลติมีเดียกับผู้เรียนได้ทุกระดับอายุและความรู้ หลักสำคัญอยู่ที่การออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนเท่านั้น
7. สื่อมัลติมีเดียที่มีคุณภาพ ช่วยให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนของโรงเรียนหรือหน่วยงาน อีกทั้งความก้าวหน้าของระบบเครือข่ายช่วยให้การใช้สื่อมัลติมีเดียเป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาอื่น ๆ ด้วย
8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น (Motivated) ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
9. การสืบค้นเชื่อมโยงจับใจด้วยสมรรถนะของการเชื่อมโยงหลายมิติ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ ได้กว้างขวาง และหลากหลายอย่างรวดเร็ว โดยไม่จำเป็นต้องเรียนไปตามลำดับเนื้อหา
10. การโต้ตอบระหว่างสื่อและผู้เรียน บทเรียนสื่อประสมจะมีจุดเชื่อมโยงหลายมิติเพื่อให้ผู้เรียนและสื่อมีปฏิสัมพันธ์กันได้ในลักษณะสื่อประสมเชิงโต้ตอบ
11. ทดสอบความเข้าใจ ผู้เรียนบางคนอาจจะไม่กล้าถามข้อสงสัยหรือตอบคำถามในห้องเรียน การใช้สื่อประสมจะช่วยแก้ปัญหาในสิ่งนี้ได้ โดยการใช้นักเรียนการศึกษารายบุคคล
12. ทำให้ผู้เรียนฟื้นคืนความรู้เดิมได้เร็วขึ้น และเร็วกว่าการใช้สื่อชนิดอื่น ๆ
13. การสื่อความหมายชัดเจน เนื่องจากการผสมผสานสื่อหลาย ๆ ประเภทเข้าด้วยกัน จึงมีประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย
14. การเรียนรู้ของผู้เรียนประสบผลสำเร็จสูง เนื่องจากการได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่น่าเสนอผ่านจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์
15. เกิดความคงทนทางการเรียนในการจดจำเนื้อหาได้ดีกว่าการใช้สื่อชนิดอื่น ๆ
16. ให้ความรู้แก่ผู้เรียนเหมือนกันทุกครั้ง นอกจากนี้ผู้เรียนยังจะได้รับความรู้เท่าเทียมกันทั้งผู้เรียนเก่ง ผู้เรียนปานกลาง และผู้เรียนอ่อน

17. ใช้เป็นเครื่องมือสาธิตในเนื้อหาที่ยากหรือซับซ้อน เช่น การจำลองสถานการณ์ การอธิบายสิ่งของเล็ก ๆ ที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ของจริงไม่สามารถนำมาให้ดูได้ หรือมีความเสี่ยงเกินไปที่จะลงมือปฏิบัติกับของจริง

18. แก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยได้ง่าย เนื่องจากระบบงานมัลติมีเดียเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขให้ทันสมัยได้ง่าย

นอกจากนี้ ฟรีแมน (Freeman. 1992: 118) ได้กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นการสอนว่า เป็นตัวเลือกที่ดีและเหมาะสมอย่างหนึ่งในการเปลี่ยนความเป็นธรรมชาติของเนื้อหาให้เป็นรูปธรรม เพราะตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียงนั้น จะช่วยกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียนไม่เบื่อหน่าย สามารถจัดลำดับความคิดได้ตามความต้องการโดยเริ่มต้นจากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่าย และเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปเป็นนามธรรมได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประโยชน์มากมาย อาทิ ทำให้ประสิทธิภาพในการสื่อความหมายได้ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากสามารถผสมผสานสื่อหลาย ๆ ประเภทเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการจดจำและดึงดูดความสนใจได้ดีกว่าการใช้สื่อชนิดอื่น สามารถให้ความรู้แก่ผู้เรียนเหมือนกันทุกครั้งและเท่าเทียมกัน ตอบสนองผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้ดี เหมาะสำหรับผู้เรียนทุกระดับอายุและความรู้ สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์โดยมีการโต้ตอบระหว่างสื่อและผู้เรียน การออกแบบและพัฒนาบทเรียนไม่ยุ่งยาก ปรับปรุงแก้ไขได้ง่าย สะดวกแก่การนำไปใช้ โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ การจัดเก็บและบำรุงรักษาทำได้ง่าย นอกจากนี้ สามารถจำลองเนื้อหาที่ซับซ้อน เสี่ยงอันตราย ประหยัดงบประมาณในการผลิต สามารถถ่ายทอดเนื้อหาจากสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ด้วยตัวของผู้เรียน และด้วยคุณลักษณะการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความยืดหยุ่น สามารถทำงานอย่างอิสระหรือในรูปแบบเครือข่ายได้ รวมถึงการพัฒนาให้มีขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้นได้ต่อไปในอนาคต จากประโยชน์ที่กล่าวมา พบว่ามีความเหมาะสมที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียน หรือนำไปให้ผู้เรียนใช้เรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

นับตั้งแต่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ได้มีผู้สนใจทำการศึกษา ค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎี รูปแบบ วิธีการ รวมถึงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งพอจะสรุปงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพอสังเขปได้ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

กมลธร สิงห์ปรุ (2541: บทคัดย่อ) ได้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่องการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียกับการเรียนตามปกติที่มีครูสอนตามคู่มือครู สสวท. โดยทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า มีประสิทธิภาพ 98.78/85.93 เมื่อนำมาใช้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนตามคู่มือครูเป็นผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

ประพันธ์ จันทรอับ (2547: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและสสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์ 85/85 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านวังเพลิง ตำบลวังเพลิง อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 48 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องพลังงานและสสาร มีประสิทธิภาพ 85.33/85.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีการศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย พบว่าด้านเนื้อหาและด้านคุณภาพ อยู่ในระดับดี

รังสรรค์ ตันสุชี (2547: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง โลกและดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 และหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนกศิลป์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 48 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องโลกและดวงจันทร์ มีคุณภาพด้านสื่อและด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 89.33/87.22

ปรียา สมพีช (2545: บทคัดย่อ) มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องทรัพยากรในดิน วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาโดยวิธี การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องทรัพยากรในดิน วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนามีประสิทธิภาพ 89.93/86.93 ซึ่งเป็นไป ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศิริกา อมรรัตนานุเคราะห์ (2543: บทคัดย่อ) มีจุดมุ่งหมายคือ หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ชุดสัตว์ ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยได้ดำเนินการทดลองจำนวน 3 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า การทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคือ 88.3/87.5 การทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคือ 92.2/91.6 และการทดลองครั้งที่ 3 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคือ 92.5/91.9 ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียชุดสัตว์นี้ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และจากการศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ ปรากฏว่านักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

คริสมันน์ และแบดเจ็ต (Christmann and Badgett. 1999: 135-143) ได้ศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียนด้วยวิธีแบบเดิมกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแบบเดิมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแบบเดิม สามารถจำแนกขนาดอิทธิพลเป็น 4 ประเภท เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนั้น ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา มีค่าคือ 0.707, 0.280, 0.085 และ 0.042 ตามลำดับ ความแตกต่างของการจัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษา แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในเมืองเช่นเดียวกับผู้เรียนที่ชานเมือง และกลุ่มผู้เรียนในชนบทยังขาดทักษะอยู่

ซาง (Chang. 2002) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ของการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยแก้ปัญหา (PSCAI) และการสอนบรรยาย และอภิปรายผ่านบทเรียนทางอินเทอร์เน็ต (LIDI) เพื่อเปรียบเทียบผลสำเร็จการเรียนรู้และทัศนคติของนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมในประเทศไต้หวัน โดยมีการออกแบบการทดลองทดสอบก่อนและหลังของกลุ่มควบคุมสำหรับ 8 ห้องเรียน กลุ่มทดลอง (n = 156) ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยแก้ปัญหา (PSCAI) กลุ่มเปรียบเทียบ (n = 138) ใช้การสอนบรรยาย และอภิปรายผ่านบทเรียนทางอินเทอร์เน็ต (LIDI) เครื่องมือนี้รวมถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาโลกวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทัศนคติต่อวิชาโลกวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ความแปรปรวนชี้ให้เห็นว่า

1. นักเรียนสอนการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยแก้ปัญหา (PSCAI) มีคะแนนสูงกว่า แต่ไม่สูงมากจนมีนัยสำคัญกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ใช้การสอนบรรยาย และอภิปรายผ่านบทเรียนทางอินเทอร์เน็ต (LIDI)

2. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทัศนคติของผู้เรียนต่อการชอบต่อวิชาที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหา (PSCAI)

ลู และคนอื่นๆ (Lu, Casey R.; et al. 1997) ได้ทำการประเมินผลกระทบในการเพิ่มบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนมัธยม พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ไบโอเน็ตมีผลกระทบในเชิงบวกต่อคะแนนผลสำเร็จของนักเรียนภายใต้การเตรียมแผนไว้ล่วงหน้า กลุ่มทดลองนักเรียนชายชาวแอฟริกัน-อเมริกันเป็นกลุ่มที่แสดงผลที่ชัดเจนในการสาธิตผลกระทบด้านบวก และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีผลกระทบเชิงบวกต่อผลสำเร็จการเรียนรู้ของนักเรียนหญิง เกรด 9 และนักเรียนชาย เกรด 10 การใช้งานโปรแกรมไบโอเน็ตยังส่งผลกระทบเชิงบวกต่อทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิชาชีววิทยา และนำไปสู่การลดความวิตกกังวลในการทดสอบและเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียน

พาราซิโอ และคนอื่นๆ (Palacio; et al. 1999) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์แบบอิงประสบการณ์ (IMMEX) ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างชุดปัญหา True Roots ที่ใช้ในการประเมินการแก้ไขปัญหาของนักเรียนระดับ เกรด 10 ที่เรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งบทเรียนนี้จะทำงานบนโปรแกรม Windows โดยผู้สอนสามารถทำการออกแบบและเขียนแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเอง แล้วนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อติดตามการแก้ไขปัญหาของนักเรียนระดับเกรด 5 จนถึงระดับวิทยาลัย True Roots ประกอบด้วยแบบจำลอง 5 ประเภท ซึ่งผู้เรียนสามารถติดตามการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้ การทดลองใช้เวลา 20 สัปดาห์ หลังจากเริ่มใช้โปรแกรมจนถึงปลายภาคเรียนพบว่า นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาจาก True Roots ได้อย่างถูกต้องถึงร้อยละ 79 สรุปได้ว่าการใช้บทเรียนมัลติมีเดียแบบอิงประสบการณ์ IMMEX ในกิจกรรมการเรียนรู้ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากต่อทั้งผู้เรียนและผู้สอน

เอกสารเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

มนุษย์แต่ละคนมีความสามารถ ความสนใจ ความพร้อมแตกต่างกัน ทำให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ต่างกัน จึงจำเป็นต้องจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพความแตกต่างระหว่างบุคคลและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไว้ดังนี้

ปรียา สมพีช (2545: 30-31) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการเรียนรู้รายบุคคล เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนที่ผู้เรียนสามารถกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ สามารถวางแผนและเลือกเรียนตามความต้องการ ความสามารถ ความสนใจของตนเอง ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียน

ของตนเอง และมีความอิสระในการเรียน โดยมีครู เพื่อน และผู้ที่คอยเป็นผู้ช่วยเหลือและสนับสนุนตามความเหมาะสมและเท่าที่จำเป็น

จาร์วิส หนูทอง (2546: 30) กล่าวว่า การเรียนการสอนรายบุคคล หรือการเรียนด้วยตนเอง หรือการเรียนรายบุคคล เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหรือเรียนตามความสามารถ ความสนใจของตนเอง โดยคำนึงถึงหลักของความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งได้แก่ ความแตกต่างในด้านความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคม โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นการประยุกต์ร่วมกันระหว่างเทคนิคและสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล

สมคิด อิสระวัฒน์ (2532: 76) กล่าวว่า หมายถึง การที่ผู้เรียนช่วยเหลือตนเองในการเรียนรู้ ผู้เรียนที่มีความคิดริเริ่มในความอยากรู้อยากเห็นสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วทำการวางแผนศึกษาค้นคว้าต่าง ๆ ด้วยตนเองไปจนจบกระบวนการเรียนรู้

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2525: 3) กล่าวว่า การเรียนการสอนรายบุคคล เป็นการจัดการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถศึกษาเล่าเรียนได้ด้วยตนเองและก้าวไปตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นเทคนิคหรือวิธีสอนที่ยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจัดสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างอิสระ

โนลล์ (Knowles. 1975: 18) กล่าวว่า เป็นกระบวนการซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีความคิดริเริ่มด้วยตนเองโดยอาศัยความช่วยเหลือจากผู้อื่นหรือไม่ต้องการก็ได้ ผู้เรียนจะทำการวิเคราะห์ความต้องการที่จะเรียนรู้ของตน กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้แยกแยะแจกแจงแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ ทั้งที่เป็นคนและอุปกรณ์คัดเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมและประเมินผลการเรียนรู้นั้น ๆ

กาเย่ และบริกส์ (Gagne and Briggs. 1974: 185-187) กล่าวว่า การเรียนด้วยตนเองเป็นหนทางที่ทำให้การสอนบรรลุจุดมุ่งหมายตามความต้องการ (Need) และให้สอดคล้องกับบุคลิก (Characteristics) ของผู้เรียนแต่ละคน

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการเรียนการสอนรายบุคคลนั้น เป็นการจัดการศึกษารูปแบบหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ตามความสามารถ ความถนัด ความต้องการ ความสนใจ ความพร้อมทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม รวมถึงด้านเวลา และสถานที่ที่ใช้ในการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ ซึ่งผู้เรียนสามารถควบคุมวิธีการเรียนรู้และการตัดสินใจของตนได้อย่างอิสระ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

โนลส์ (Knowles, 1975: 15-17) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไว้ดังนี้

1. คนที่เรียนรู้ด้วยการริเริ่มของตนเองจะเรียนได้มากกว่า ดีกว่าคนที่ เป็นเพียงผู้รับ หรือรอให้ครูถ่ายทอดวิชาความรู้ให้ คนที่เรียนด้วยตนเองจะตั้งใจเรียนมากกว่า มีจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจ สามารถใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ได้ดีกว่าและยาวนานกว่าบุคคลที่รอรับคำสอนแต่เพียงอย่างเดียว

2. การเรียนรู้ด้วยตนเองสอดคล้องกับพัฒนาการทางจิตวิทยาและกระบวนการทางธรรมชาติมากกว่าคือ เมื่อตอนเป็นเด็กธรรมชาติที่ต้องพึ่งพิงผู้อื่น ต้องการผู้ปกป้องเลี้ยงดูและตัดสินใจแทนให้ เมื่อเติบโตขึ้นก็ค่อย ๆ พัฒนาตนเองไปสู่ความคิดอิสระ ไม่ต้องพึ่งครู ผู้ปกครอง และผู้อื่น การพัฒนานำไปสู่ความเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น

3. พัฒนาการใหม่ ๆ ทางการศึกษา มีหลักสูตรใหม่ ห้องเรียนแบบเปิด ศูนย์บริการทางวิชาการ การศึกษาอย่างอิสระ โปรแกรมการเรียนที่จัดแก่นักเรียนนอก มหาวิทยาลัยเปิด ฯลฯ รูปแบบการศึกษาเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบความรับผิดชอบไปที่ผู้เรียนให้เรียนรู้ด้วยตนเอง

4. การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นความอยู่รอดของชีวิตในฐานะที่เป็นบุคคลและเผ่าพันธุ์มนุษย์ เนื่องจากโลกปัจจุบันเป็นโลกใหม่ที่แปลกไปกว่าเดิม ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ เกิดขึ้นเสมอ และข้อเท็จจริงเช่นนี้เป็นเหตุผลไปสู่ความจำเป็นทางการศึกษาและการเรียนรู้ การเรียนรู้ด้วยตนเองจึงเป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต

นอกจากนี้ กาเย่ และบริกส์ (Gagne and Briggs: 185-187) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง 3 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะเบื้องต้นของผู้เรียน
2. เพื่อช่วยในการค้นหาจุดเริ่มต้นของผู้เรียนแต่ละคน ในการจัดลำดับการเรียนตามจุดมุ่งหมาย
3. ช่วยในการจัดวัสดุและสื่อให้เหมาะกับการเรียน

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ปัจจุบันการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากความเจริญทางด้านเทคโนโลยีและพัฒนาการด้านต่าง ๆ ไม่หยุดนิ่ง ส่งผลให้ผู้คนมีความต้องการที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจเป็นตัวกระตุ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจ ความรับผิดชอบ ความเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น โดยสามารถใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ได้ดี และยาวนานกว่าบุคคลที่รอรับคำสอนแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งจากกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองนี้จะสามารถพัฒนาไปสู่กระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้ด้วย

บทบาทของผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผู้เรียนนับว่ามีบทบาทและความสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากความพร้อม ความสามารถ และความแตกต่างในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ดังนั้น นักวิชาการศึกษาจึงได้สรุปบทบาทของผู้เรียนไว้ดังนี้

เวนบอร์ก (สิริรัตน์ สัมพันธ์ยุทธ. 2540: 23; อ้างอิงจาก Wenburg. 1972: 116) ได้สรุปความสำคัญและบทบาทของผู้เรียนด้วยการนำตนเองไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนเรียนรู้ได้จากสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมที่เป็นอิสระ หมายถึง ผู้เรียนเป็นตัวของตัวเองไม่ถูกควบคุมจากบุคคลอื่น ซึ่งมีผลทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้น
2. ผู้เรียนเรียนรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนค้นพบความจริงด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนเรียนรู้ได้จากการร่วมมือกัน การร่วมมือไม่ได้หมายถึงการเข้ากลุ่มอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังหมายถึงการที่แต่ละฝ่ายช่วยเหลือส่งเสริมซึ่งกันและกันในสถานการณ์การเรียนรู้ โดยสิ่งการป้อนกลับ (Feedback) ให้สมาชิกอื่น ๆ ทราบ สิ่ง чтоช่วยให้ผู้เรียนร่วมมือกันคือ กระบวนการกลุ่ม
4. ผู้เรียนเรียนรู้จากภายในตัวออกมา หมายถึง การที่ผู้เรียนเรียนรู้โดยสร้างความรู้สึบบางอย่างเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียน ไม่ใช่เรียนโดยถูกกำหนดบางสิ่งบางอย่างเข้าไปในผู้เรียน

โนลล์ (Knowles. 1975: 47) จึงได้สรุปบทบาทของผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. การเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรเริ่มจากการที่ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนในสิ่งหนึ่งสิ่งใด เพื่อการพัฒนาทักษะ ความรู้ สำหรับการพัฒนาชีวิตและการงานอาชีพของตน
2. การเตรียมตัวของผู้เรียน คือ จะต้องศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมายและโครงสร้างหลักสูตรรายวิชา และจุดประสงค์ของรายวิชาที่เรียน
3. ผู้เรียนควรจัดเนื้อหาวิชาด้วยตนเองตามจำนวนคาบที่กำหนดไว้ในโครงสร้างและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมลงไปให้ชัดเจนว่าบรรลุผลในด้านใด เพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้ว และมีความคิดหรือเจตคติในการนำไปใช้ในชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
4. ผู้เรียนเป็นผู้วางแผนการสอนและดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นด้วยตนเอง โดยอาจขอคำแนะนำช่วยเหลือจากครูหรือเพื่อน ในลักษณะของการร่วมมือกันทำงานได้เช่นกัน
5. การประเมินผล การเรียนรู้ด้วยตนเองควรเป็นการประเมินผลร่วมกันระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน โดยครูและผู้เรียนร่วมกันตั้งเกณฑ์การประเมินผลร่วมกัน

สมคิด อิศระวัฒน์ (2532: 76) จึงได้เสนอลักษณะที่เหมาะสมของผู้เรียนที่ต้องการจะเรียนรู้ด้วยตนเองไว้ดังนี้

1. สมัครงใจที่จะเรียนด้วยตนเอง (Voluntarily to learn) ผู้เรียนเรียนเพราะความสนใจ ความอยากรู้ มิใช่เรียนเพราะมีใครบังคับหรือเพราะความจำใจ

2. ตนเองต้องเป็นข้อมูลของตนเอง (Self-resourceful) นั่นคือ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าสิ่งที่ตนจะเรียนคืออะไร รู้ว่าทักษะและข้อมูลที่ต้องการหรือจำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง สามารถกำหนดเป้าหมาย วิธีการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ และวิธีการประเมินผลการเรียน ผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดการการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Manager of change) ผู้เรียนต้องมีความตระหนักในความสามารถ สามารถตัดสินใจได้ มีการรับผิดชอบต่อหน้าที่และบทบาทในการเป็นผู้เรียนที่ดี

3. ผู้เรียนต้องรู้ “วิธีการที่จะเรียน” (Know how to learn) ผู้เรียนจะทราบขั้นตอนของการเรียนรู้ของตนเอง รู้ว่าเขาจะไปจุดที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ผู้เรียนนับว่ามีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากรูปแบบที่ให้อิสระ ทั้งในด้านการจัดวิธีการเรียนการสอน การจัดเนื้อหา การวางแผนการสอน กิจกรรมระหว่างเรียน รวมถึงการประเมินผล ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเริ่มจากฝึกฝนความสนใจ ความสนใจ การกำหนดเป้าหมาย ศึกษาวิธีการ และขั้นตอนการเรียนรู้ การรวบรวมข้อมูล การประมวลผล รวมไปถึงความรับผิดชอบและการตัดสินใจ ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนแล้ว ยังช่วยพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนให้สอดคล้องกับการใช้เทคโนโลยีที่มีในปัจจุบัน

สื่อที่ใช้สำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สื่อเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนรายบุคคล โดยจะเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน สื่อที่ใช้ในเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกันย่อมมีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน การเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมย่อมทำให้การถ่ายทอดเนื้อหานั้น ๆ มีความหมายมากขึ้น (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2525: 64-68) ดังนั้นสื่อที่จัดไว้ในกิจกรรมการเรียนรู้ควรคำนึงถึงหลักสำคัญ 3 ประการ คือ

1. ความน่าสนใจและความดึงดูดใจต่อผู้เรียน
2. ความง่ายในการใช้ รวมไปถึงขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของสื่อ
3. ความชัดเจนและความถูกต้องของเนื้อหาวิชาและภาษาที่ใช้

นอกจากนี้ ยังต้องพิจารณาในรายละเอียดของสื่อในแต่ละชุด เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เกิดสมรรถภาพตามที่ได้วางไว้ คือ มีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนในการเรียนรู้จากสิ่งนั้น อธิบายวิธีการใช้อย่างแจ่มแจ้ง กำหนดสิ่งที่จำเป็นไว้อย่างพร้อมมูล ได้ผ่านการทดลองใช้และได้รับการแก้ไขปรับปรุงมาแล้ว ลำดับขั้นตอนของเนื้อหาเป็นไปอย่างมีระเบียบแบบแผน ไม่สับสน ซึ่งสื่อที่จัดไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองนั้น ควรจะต้องให้ผู้เรียนได้มีอิสระในด้านต่าง ๆ คือ ด้านเวลาเรียน โดยสามารถทำได้ไม่ว่าผู้เรียนคนนั้นจะเรียนเร็วหรือช้า ด้านการเลือก ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้เลือกเรียนตาม

ความถนัดและความสนใจ ด้านการใช้ คือ ควรจะให้ผู้เรียนได้ใช้เอง สื่อที่ได้มีการทดลองใช้ในการเรียนการสอนรายบุคคลอย่างได้ผลและแพร่หลายจนเป็นเทคโนโลยีที่รู้จักกันดี ได้แก่

1. สื่อที่ผลิตสำเร็จรูป เช่น ชุดการเรียนการสอน (Instructional package) ซึ่งรวบรวมบทเรียน สื่อ และกิจกรรมการเรียน พร้อมทั้งแบบทดสอบประเมินผลอย่างพร้อมมูลไว้เป็นชุด ๆ เพื่อมุ่งสอนมโนทัศน์ (Concept) หนึ่ง ๆ โดยเฉพาะ สิ่งใดที่จะทำให้การเรียนรู้สำหรับผู้เรียนจะจัดไว้อย่างครบถ้วน ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องไปค้นคว้า หรือจัดหาวัสดุอื่นใดเพิ่มเติมจากที่กำหนดไว้ให้ภายในชุด แต่ละชุดจะมีคู่มือสำหรับผู้ใช้ ชุดการเรียนการสอน ซึ่งในคู่มือจะอธิบายรายละเอียดในการใช้ ถ้าในการเรียนชุดนั้นมีกิจกรรมให้เลือกมากกว่า 1 อย่าง ในคู่มือจะบ่งบอกไว้อย่างละเอียด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสะดวกและง่ายต่อการใช้

2. ชุดการสอนครูทำเอง (Teacher-Made-Kits) หรือชุดอุปกรณ์ช่วยสอนที่รวบรวมแบบฝึกหัดในรูปของกิจกรรมและอุปกรณ์ฝึกทักษะด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ

3. บทเรียนโปรแกรม (Programmed instruction) เป็นบทเรียนที่สำเร็จรูปในตัวเอง จัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนตามลำดับเป็นขั้นตอนหรือเป็นกรอบ ๆ (Frames) ตามลำดับ เรียนได้ด้วยตนเอง สามารถตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ตามลำดับขั้นได้ด้วยตนเอง ในเนื้อหาแต่ละกรอบหรือแต่ละเฟรมจะมีคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาและมีความหมายไว้ให้ ถ้าผู้เรียนตอบผิดจะอ่านเนื้อหาในกรอบหรือเฟรมนั้นใหม่ แล้วตอบคำถามอีกครั้งหนึ่ง เมื่อตอบถูกก็จะเรียนในกรอบหรือเฟรมต่อไป

4. โมดูลการเรียนการสอน (Instructional module) เป็นบทเรียนที่สำเร็จรูปในตัวเอง จัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนให้ได้เรียนอย่างอิสระเช่นเดียวกับบทเรียนโปรแกรม แต่ต่างกันในเรื่องรายละเอียดตรงที่โมดูลไม่จำเป็นต้องจัดเนื้อหาเป็นกรอบ ๆ หรือเป็นเฟรม ๆ

5. อุปกรณ์สำเร็จรูป ซึ่งอาจจะใช้อิสระในการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป หรือจะใช้ประกอบในชุดการเรียนการสอนก็ได้ เช่น สไลด์ประกอบเสียง फिल्मสตริปประกอบเสียง ภาพยนตร์ फिल्मูฟ รวมทั้งชุดอุปกรณ์เสริมสร้างความพร้อมและทักษะต่าง ๆ ที่หาซื้อได้หรือที่ผลิตขึ้น

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า สื่อที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น ควรจะพิจารณาถึงความเหมาะสม ถูกต้อง และความสะดวกในการใช้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้อย่างอิสระตามความถนัดและความสนใจ โดยสื่อที่นิยมใช้มีหลายประเภท อาทิ สื่อที่ผลิตสำเร็จรูป ชุดการสอนครูทำเอง บทเรียนโปรแกรม โมดูลการเรียนการสอน อุปกรณ์สำเร็จรูป เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันสื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์มีเดียที่ได้รับการพัฒนาในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และสามารถตอบสนองการเรียนรู้ด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2545: 3)

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนที่ทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัวมีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตรและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติ ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิตโดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน

แนวทางการจัดการเรียนรู้

ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้ (กรมวิชาการ. 2545: 142)

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอน และแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอน ทั้งของครูและนักเรียน กล่าวคือ ลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียน ตั้งแต่เริ่มคือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้น เน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนการสอนมีหลากหลายประเภท ทั้งที่เป็นสื่อของจริง สื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และสื่อมัลติมีเดีย สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพจะช่วยส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจติดตามบทเรียนและสร้างความรู้ความเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญ ประกอบด้วย (กรมวิชาการ. 2545: 165)

1. อุปกรณ์การทดลอง ซึ่งมีทั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เช่น กล้องจุลทรรศน์ เครื่องชั่ง มัลติมิเตอร์ เครื่องแก้ว และอุปกรณ์เฉพาะที่ใช้ประกอบการทดลอง
2. สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือเรียน หนังสืออ่านประกอบ แผ่นภาพ แผนภาพ โปสเตอร์ วารสาร จุลสาร นิตยสาร หนังสือพิมพ์รายวัน รายสัปดาห์
3. สื่อโสตทัศนูปกรณ์ ได้แก่ แผ่นภาพโปร่งใส วีดิทัศน์ สไลด์ เทป
4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ สื่อประเภท CAI CD-ROM โครงข่ายอินเทอร์เน็ต รวมทั้งอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ร่วมกันเครื่องคอมพิวเตอร์
5. สารเคมีและวัสดุสิ้นเปลือง

6. อุปกรณ์ของจริง ได้แก่ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างหินแร่ และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ทุกสถานที่ และควรจัดการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย อาทิ แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน ได้แก่ ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สวนพฤกษศาสตร์ สวนธรรมชาติในโรงเรียน ห้องสมุด เป็นต้น แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน ได้แก่ อุทยานแห่งชาติ สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โรงงานอุตสาหกรรม หน่วยงานวิจัยในท้องถิ่น เป็นต้น และแหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล ได้แก่ ปราชญ์ท้องถิ่น ผู้นำชุมชน ครู อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกปัจจุบันเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ที่ไร้พรมแดน ดังนั้นการนำสื่อประเภทเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ จึงนับว่ามีบทบาทสำคัญมากขึ้น

สาระสำคัญของเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

สำหรับองค์ความรู้สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หน่วยที่ 3 การประสานงานในร่างกายและการสืบพันธุ์ของมนุษย์และสัตว์ได้กำหนดเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต โดยมีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

สิ่งมีชีวิตมีการเคลื่อนที่เพื่อตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน สำหรับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาสซึม บางชนิดเคลื่อนที่โดยอาศัยการพัดโบกของแฟลเจลลัมหรือซีเลีย ส่วนการเคลื่อนที่ของสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมงกะพรุนอาศัยการหดตัวของเนื้อเยื่อขอบกระดิ่งและแรงดันน้ำ หมึกใช้กล้ามเนื้อรอบท่อน้ำและแรงดันน้ำ ดาวทะเลใช้กล้ามเนื้อและระบบท่อน้ำ ไส้เดือนดินใช้เดือยและการทำงานของกล้ามเนื้อสองชุดทำงานในสภาวะตรงกันข้าม สำหรับสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา อาศัยครีบและกล้ามเนื้อที่ยึดติดกับกระดูกสันหลังทั้งสองข้างนกอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อที่ยึดกับโครงกระดูก ส่วนการเคลื่อนที่ของคนอาศัยการทำงานของระบบโครงกระดูกและระบบกล้ามเนื้อกระดูกแต่ละชิ้นเชื่อมต่อกันด้วยข้อต่อ กล้ามเนื้อแต่ละคู่ที่ยึดติดกับกระดูกทำงานร่วมกันในสภาวะตรงกันข้าม

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า เนื้อหาเรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต มีลักษณะเป็นรูปธรรม ยากต่อการอธิบายให้เข้าใจด้วยวิธีการบรรยายเพียงอย่างเดียว จำเป็นต้องอาศัยสื่อหลายชนิดทั้งที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เพื่อแสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนและสมจริง จึงทำให้นักศึกษาค้นคว้ามีความสนใจจะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องดังกล่าว เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาด้านการเรียนการสอนดังกล่าว สามารถช่วยดึงดูดความสนใจ ได้ตอบกับ

ผู้เรียนได้ตลอดเวลา รวมถึงสามารถให้ผู้เรียนนำไปเรียนรู้ด้วยตนเองได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล อันจะส่งผลให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 มาตรา 22 ที่ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลอง
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 236 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 50 คน ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างได้ดังนี้

1. จับสลากห้องเรียน 3 ห้องเรียน จากจำนวนทั้งหมด 5 ห้องเรียน เพื่อใช้เป็นห้องเรียนสำหรับการทดลองครั้งที่ 1, 2 และ 3
2. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 1 จำนวน 5 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 1
3. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 2 จำนวน 15 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 2
4. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 3 จำนวน 30 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
2. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ คือ ฉบับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และฉบับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 3 ท่าน

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

1.1 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตร ความมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ วิธีการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาเรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต เพื่อเลือกและกำหนดเป็นเนื้อหาภายในบทเรียน

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จัดลำดับก่อนหลังโดยแบ่งบทเรียนออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

- การเคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของไซโทพลาซึม
- การเคลื่อนที่โดยใช้ซิเลีย
- การเคลื่อนที่โดยใช้แฟลเจลลัม

เรื่องที่ 2 การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- การเคลื่อนที่ของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ
- การเคลื่อนที่ของสัตว์ที่อาศัยอยู่บนบก
- การเคลื่อนที่ของแมลง

เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- การเคลื่อนที่ของสัตว์น้ำ
- การเคลื่อนที่ของสัตว์ปีก
- การเคลื่อนที่ของคน

1.3 วางเค้าโครงเรื่องของเนื้อหา โดยขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อนำไปเขียนเป็นกรอบเนื้อหาในแต่ละตอน โดยมีแนวทางในการนำเสนอเนื้อหาที่ชัดเจน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.4 นำเนื้อหาที่ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบและได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาทำเป็นผังงาน (Flowchart) ในการเชื่อมโยงและแสดงถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนและนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบ พร้อมกับนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ มาเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขต่อไป

1.5 ศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และศึกษาโปรแกรมสำเร็จรูปที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งในปัจจุบันมีโปรแกรมหลายชนิดให้เลือกตามลักษณะการใช้งาน อาทิ โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียน สำหรับการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สร้างงานด้วยการใช้สัญลักษณ์รูป (Icon) แทนการเขียนคำสั่งโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้ง่ายและสะดวกในการควบคุมและปรับปรุงแก้ไข ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการตกแต่งภาพและตัวอักษร ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการตัดต่อวิดีโอ ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการบันทึกเสียง

1.6 รวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลที่จะใช้ในการสร้างบทเรียน ได้แก่ ข้อความตัวอักษร จัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลชนิด TXT ข้อมูลประเภทภาพนิ่ง จัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลชนิด JPG ภาพเคลื่อนไหว 2 มิติ จัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลชนิด SWF ภาพเคลื่อนไหวประเภทวิดีโอ จัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลชนิด MPEG เสียงบรรยายและเสียงประกอบอื่น ๆ จัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลชนิด WAV

1.7 สร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของบทเรียนแต่ละเรื่อง เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก บทเรียนละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ

1.8 นำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.9 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยนำข้อมูลที่จัดเตรียมไว้มาจัดรูปแบบการนำเสนอตามผังงาน (Flowchart)

1.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.11 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่แก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.12 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป

2. การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา และการประเมินผล

2.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ และวิธีสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก เรื่องละ 30 ข้อ รวมเป็นจำนวน 90 ข้อ โดยสร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2549 ที่เคยเรียนเรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตมาแล้ว จำนวน 100 คน และตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน

2.6 นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยใช้สูตรสัดส่วน (ล้วน สายยศ. 2528: 180-181) เป็นรายข้อ คัดเลือกข้อสอบจากจำนวน 90 ข้อ ให้เหลือเรื่องละ 20 ข้อ รวมทั้งสิ้น 60 ข้อ เพื่อนำมาใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.7 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว มาหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 125-126) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ผลข้อมูล

2.8 นำแบบทดสอบที่หาคุณภาพแล้วไปใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ตาราง 1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง	จำนวนข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
เรื่องที่ 1	20	0.31-0.78	0.22-0.89	0.8213
เรื่องที่ 2	20	0.26-0.78	0.22-0.78	0.7081
เรื่องที่ 3	20	0.37-0.78	0.22-0.70	0.7481
รวม	60	0.26-0.78	0.22-0.89	0.8975

3. การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

3.1 ศึกษาขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.2 ศึกษาคุณสมบัติที่ควรใช้ในการประเมินทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ได้แก่ การประเมินในด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ด้านภาพ เสียงและการใช้ภาษา ด้านตัวอักษรและสี ด้านการจัดการบทเรียน

3.3 ศึกษาคุณสมบัติที่ควรใช้ในการประเมินทางด้านเนื้อหา ได้แก่ การประเมินในด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ด้านภาพและการใช้ภาษา ด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบ

3.4 สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา ให้มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งกำหนดค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดี
ระดับ 3	หมายถึง	มีคุณภาพระดับปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	คุณภาพต้องปรับปรุง
ระดับ 1	หมายถึง	ไม่มีคุณภาพ

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดี
คะแนนเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง	มีคุณภาพระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง	คุณภาพต้องปรับปรุง
คะแนนเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง	ไม่มีคุณภาพ

ผู้วิจัยกำหนดคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งหมายถึงมีคุณภาพระดับดีขึ้นไป

3.5 นำแบบประเมินไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้สร้างขึ้นตามกระบวนการ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน โดยเรียน 1 คนต่อ 1 เครื่อง ให้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความบกพร่องในด้านต่าง ๆ ในการใช้บทเรียน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตปฏิกริยาของนักเรียนระหว่างเรียน สอบถามความคิดเห็น แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

การทดลองครั้งที่ 2 เป็นการทดลองโดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปดำเนินการทดลองหาแนวโน้มประสิทธิภาพ ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน โดยให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 1 คนต่อ 1 เครื่อง นักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาตามลำดับ เริ่มจากเรื่องที่ 1 โดยนักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 ด้วย และเมื่อเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 จบแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้นักเรียนทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องไปหาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

การทดลองครั้งที่ 3 เป็นการทดลองโดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองครั้งที่ 2 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 1 คนต่อ 1 เครื่อง นักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาตามลำดับ เริ่มจาก

เรื่องที่ 1 โดยนักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 ด้วย และเมื่อเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 จบแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้นักเรียนทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ 85/85 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

1.1 สถิติที่ใช้หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรสัดส่วน (ล้วน สายยศ. 2528: 180-181)

1.2 สถิติที่ใช้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 125-126) วิเคราะห์ผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) (ล้วน สายยศ. 2528: 59)

2.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ 85/85 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 การนำเสนอบทเรียนประกอบไปด้วยเนื้อหาทั้งหมด 3 เรื่อง คือ

- เรื่องที่ 1 การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
- เรื่องที่ 2 การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
- เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบด้วยหน้าลงทะเบียน เมนูหลัก เมนูย่อยบทเรียน คำแนะนำในการใช้โปรแกรม เนื้อหาของบทเรียน หน้าแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียน หน้าแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน้าสรุปผลคะแนน และหน้าออกจากบทเรียน โดยบทเรียนมีคุณสมบัติครอบคลุมทางด้านมัลติมีเดีย อาทิ ด้านตัวอักษร ได้แก่ ข้อความ ด้านภาพ ได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก ด้านเสียง ได้แก่ เสียงบรรยาย เสียงดนตรีประกอบบทเรียนด้านการโต้ตอบบทเรียน ได้แก่ การใช้เมาส์คลิกเลือกเรื่องที่ต้องการเรียน ใช้เมาส์คลิกเพื่อศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม หรือใช้เมาส์คลิกเพื่อตอบคำถาม

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา 3 ท่าน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังแสดงในตาราง 2 และ 3

ตาราง 2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.93	ดีมาก
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์	5.00	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	5.00	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	ดีมาก
1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.66	ดีมาก
1.5 ความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	5.00	ดีมาก
1.6 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	5.00	ดีมาก
2. ภาพ และการใช้ภาษา	5.00	ดีมาก
2.1 ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหาที่นำเสนอ	5.00	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของขนาดภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน	5.00	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน	5.00	ดีมาก
2.4 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5.00	ดีมาก
2.5 ความถูกต้องของไวยากรณ์ในการให้คำอธิบาย	5.00	ดีมาก
3. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบ	5.00	ดีมาก
3.1 ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5.00	ดีมาก
3.2 ความชัดเจนของคำถาม	5.00	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมในการรายงานผลคะแนนเป็นรายข้อ	5.00	ดีมาก
3.4 ความชัดเจนในการสรุปผลคะแนนรวม	5.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.97	ดีมาก

จากตาราง 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีคุณภาพของบทเรียนโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก

เมื่อพิจารณาตามรายด้านคือ ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ด้านภาพและการใช้ภาษา ด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบ พบว่าคุณภาพของเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ภาพและการใช้ภาษา รวมถึงแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก

เมื่อพิจารณาตามรายการประเมินคือ รายการความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหาที่นำเสนอ ความเหมาะสมของขนาดภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน ความชัดเจนของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ความถูกต้องของไวยากรณ์ในการให้คำอธิบาย ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ความชัดเจนของคำถาม ความเหมาะสมในการรายงานผลคะแนนเป็นรายข้อ และความชัดเจนในการสรุปผลคะแนนรวม พบว่าคุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดีมากทุกรายการ

ตาราง 3 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.52	ดีมาก
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับวัตถุประสงค์	4.66	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	4.33	ดี
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.66	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.66	ดีมาก
1.5 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.33	ดี
2. ภาพ เสียง และการใช้ภาษา	4.52	ดีมาก
2.1 ความสอดคล้องของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.66	ดีมาก
2.2 ความชัดเจนของภาพประกอบบทเรียน	4.33	ดี
2.3 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.66	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของเสียงบรรยายที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.33	ดี
2.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.66	ดีมาก
3. ตัวอักษรและสี	4.59	ดีมาก
3.1 ความชัดเจนของรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.66	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.66	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร	4.66	ดีมาก
3.4 ความชัดเจนของตัวอักษรบนพื้นหลังสีต่าง ๆ	4.33	ดี

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
3.5 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีพื้นบนจอภาพ	4.66	ดีมาก
4. การจัดการบทเรียน	4.39	ดี
4.1 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4.66	ดีมาก
4.2 ความเหมาะสมของเทคนิคการนำเสนอบทเรียน	4.33	ดี
4.3 ความเหมาะสมในวิธีการโต้ตอบกับบทเรียน	4.33	ดี
4.4 ความเหมาะสมในการควบคุมบทเรียนโดยใช้ปุ่มต่าง ๆ	4.33	ดี
4.5 ความน่าสนใจของบทเรียน	4.33	ดี
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.51	ดีมาก

จากตาราง 3 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษามีเดียวมีความเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 คุณภาพของบทเรียนโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก

เมื่อพิจารณาด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง พบว่าคุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก โดยเมื่อพิจารณาตามรายการประเมินพบว่า ความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับวัตถุประสงค์ ความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ยกเว้นความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา และความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณาด้านภาพ เสียง และการใช้ภาษา พบว่าคุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก โดยเมื่อพิจารณาตามรายการประเมินพบว่า ความสอดคล้องของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน ความเหมาะสมของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ยกเว้นความชัดเจนของภาพประกอบบทเรียน และความเหมาะสมของเสียงบรรยายที่ใช้ประกอบบทเรียน คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณาด้านตัวอักษรและสี พบว่าคุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก โดยเมื่อพิจารณาตามรายการประเมินพบว่า ความชัดเจนของรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ประกอบบทเรียน ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้ประกอบบทเรียน ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร และความเหมาะสมของการเลือกใช้สีพื้นบนจอภาพ คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ยกเว้นความชัดเจนของตัวอักษรบนพื้นหลังสีต่าง ๆ คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณาด้านการจัดการบทเรียน พบว่าคุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดี โดยเมื่อพิจารณาตามรายการประเมินพบว่า ความเหมาะสมของเทคนิคการนำเสนอบทเรียน ความเหมาะสมในวิธีการโต้ตอบกับบทเรียน ความเหมาะสมในการควบคุมบทเรียนโดยใช้ปุ่มต่าง ๆ และความน่าสนใจของบทเรียน คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดี ยกเว้นความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก

จากการประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรปรับสีตัวอักษรให้เข้มขึ้น ควรเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและบทเรียน ควรเพิ่มคำชี้แจงก่อนเลือกบทเรียน และควรปรับข้อความของตัวเลือกในหน้าเมนูย่อย เรื่องการเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 ผลสำหรับการทดลอง มีดังนี้

ผลการทดลองครั้งที่ 1

ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 1 เป็นการทดลองรายบุคคลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในด้านต่าง ๆ โดยผู้วิจัยได้จากการสังเกตและสอบถามผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้เนื้อหาทั้งหมด พบว่า ผู้เรียนมีความประทับใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เนื่องจากภาพและตัวหนังสือมีสีสันสวยงาม น่าสนใจ มีภาพเคลื่อนไหวช่วยให้เข้าใจบทเรียนง่ายขึ้น มีเนื้อหาครอบคลุมทุกเรื่อง และมีข้อเสนอแนะคือ ควรเพิ่มคำอธิบายในส่วนของการเฉลยแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบ ควรเพิ่มเลขที่หน้าเนื่องจากมีความสับสนในการเรียงลำดับหน้าของเนื้อหา ดังนั้นจากการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขดังนี้ เพิ่มข้อความเพื่ออธิบายเนื้อหาในส่วนเฉลยของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเป็นการทบทวนความรู้และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น และเพิ่มลำดับเลขหน้าของเนื้อหา เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความสับสนขณะเรียน

ผลการทดลองครั้งที่ 2

ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 2 เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 4 ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากการทดลองครั้งที่ 2

รายการ	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน			แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			ประสิทธิภาพ E_1 / E_2
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_2	
เรื่องที่ 1	10	8.46	84.66	20	16.86	84.33	84.66/84.33
เรื่องที่ 2	10	8.40	84.00	20	16.73	83.66	84.00/83.66
เรื่องที่ 3	10	8.33	83.33	20	16.40	82.00	83.33/82.00
รวม	30	25.19	83.99	60	49.99	83.33	83.99/83.33

จากตาราง 4 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีแนวโน้มของประสิทธิภาพของบทเรียนโดยรวมคือ 83.99/83.33 ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อพิจารณาแนวโน้มประสิทธิภาพเป็นรายเรื่องพบว่า เรื่องที่ 1 มีแนวโน้มประสิทธิภาพ 84.66/84.33 เรื่องที่ 2 มีแนวโน้มประสิทธิภาพ 84.00/83.66 และเรื่องที่ 3 มีแนวโน้มประสิทธิภาพ 83.33/82.00 ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งจากการพิจารณาผลสอบพบว่า ผู้เรียนทำข้อสอบในเรื่องโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ใช้ไซโทพลาซึม ซีเลีย แฟลเจลลัมไม่ได้ และยังไม่เข้าใจกลไกที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของดาวทะเล ไข่เดือน แผลง ปลา นก และคน นอกจากนี้ได้สังเกตพบข้อบกพร่องของบทเรียนคือ ผู้เรียนต้องรอฟังเสียงบรรยายเนื้อหาจนจบ จึงจะสามารถคลิกเข้าไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมได้ ทำให้เสียเวลาและเกิดความเบื่อหน่าย

ผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไข โดยการเปลี่ยนสีตัวอักษรและเน้นข้อความที่สำคัญเพื่อดึงดูดความสนใจและให้ผู้เรียนเกิดการจดจำได้มากยิ่งขึ้น จัดทำกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวเพิ่มเติมเพื่ออธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของดาวทะเล ไข่เดือนดิน แผลง ปลา นก และคน ปรับปรุงเงื่อนไขของบทเรียนให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมได้ โดยไม่ต้องรอให้เสียงบรรยายสิ้นสุดและให้

ปุ่มคลิกปรากฏขึ้นมาตั้งแต่เข้าสู่หน้าบทเรียน จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 3 ต่อไป

ผลการทดลองครั้งที่ 3

ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 3 เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองครั้งที่ 2 ไปทดลองรายบุคคลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 5 ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากการทดลองครั้งที่ 3

รายการ	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน			แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			ประสิทธิภาพ E_1 / E_2
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_2	
เรื่องที่ 1	10	8.86	88.66	20	17.30	86.50	88.66/86.50
เรื่องที่ 2	10	8.70	87.00	20	17.26	86.33	87.00/86.33
เรื่องที่ 3	10	8.73	87.33	20	17.16	85.83	87.33/85.83
รวม	30	26.29	87.66	60	51.72	86.22	87.66/86.22

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีประสิทธิภาพโดยรวมคือ 87.66/86.22 โดยเรื่องที่ 1 มีประสิทธิภาพ 88.66/86.50 เรื่องที่ 2 มีประสิทธิภาพ 87.00/86.33 และเรื่องที่ 3 มีประสิทธิภาพ 87.33/85.83 ซึ่งบทเรียนทุกเรื่องมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 ซึ่งสามารถสรุป ผลอภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 236 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 50 คน ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างได้ดังนี้

1. จับสลากห้องเรียน 3 ห้องเรียน จากจำนวนทั้งหมด 5 ห้องเรียน เพื่อใช้เป็นห้องเรียนสำหรับการทดลองครั้งที่ 1, 2 และ 3

2. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 1 จำนวน 5 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 1
3. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 2 จำนวน 15 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 2
4. จับสลากนักเรียนจากห้องเรียนที่ 3 จำนวน 30 คน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งที่ 3

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

- การเคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของไซโทพลาซึม
- การเคลื่อนที่โดยใช้ซิเลีย
- การเคลื่อนที่โดยใช้แฟลเจลลัม

เรื่องที่ 2 การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- การเคลื่อนที่ของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ
- การเคลื่อนที่ของสัตว์ที่อาศัยอยู่บนบก
- การเคลื่อนที่ของแมลง

เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- การเคลื่อนที่ของสัตว์น้ำ
- การเคลื่อนที่ของสัตว์ปีก
- การเคลื่อนที่ของคน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
2. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ คือ ฉบับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และฉบับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 3 ท่าน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85

การทดลองครั้งที่ 1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้สร้างขึ้นตามกระบวนการ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน โดยเรียน 1 คนต่อ 1 เครื่อง ให้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความบกพร่องในด้านต่าง ๆ ในการใช้บทเรียน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตปฏิบัติการของนักเรียนระหว่างเรียน สอบถามความคิดเห็น แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

การทดลองครั้งที่ 2 เป็นการทดลองโดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปดำเนินการทดลองหาแนวโน้มประสิทธิภาพ ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน โดยให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 1 คนต่อ 1 เครื่อง นักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาตามลำดับ เริ่มจากเรื่องที่ 1 โดยนักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 ด้วย และเมื่อเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 จบแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้นักเรียนทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องไปหาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

การทดลองครั้งที่ 3 เป็นการทดลองโดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองครั้งที่ 2 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 1 คนต่อ 1 เครื่อง นักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาตามลำดับ เริ่มจากเรื่องที่ 1 โดยนักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 ด้วย และเมื่อเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 จบแล้ว นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้นักเรียนทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ 85/85 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

1.1 สถิติที่ใช้หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรสัดส่วน (ล้วน สายยศ. 2528: 180-181)

1.2 สถิติที่ใช้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 125-126) วิเคราะห์ผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) (ล้วน สายยศ. 2528: 59)

2.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ 85/85 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีดังนี้

2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีความเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก

2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีประสิทธิภาพโดยรวม คือ 87.66/86.22 โดยเรื่องที่ 1 มีประสิทธิภาพ 88.66/86.50 เรื่องที่ 2 มีประสิทธิภาพ 87.00/86.33 และเรื่องที่ 3 มีประสิทธิภาพ 87.33/85.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนี้ขึ้นมาอย่างมีขั้นตอนตามลำดับ เริ่มตั้งแต่การกำหนดจุดมุ่งหมาย การศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา การดำเนินการพัฒนา จนถึงการนำไปทดลอง โดยได้รับคำแนะนำและการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ รวมถึงการนำบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่อง และหาแนวโน้มประสิทธิภาพของเรียน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ในการทดลองครั้งที่ 1 และการทดลองครั้งที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดลองครั้งที่ 3 จนได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต มีคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กล่าวคือ เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นตัวอักษร เสียงบรรยาย รูปภาพ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และวีดิทัศน์คลิป เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น และมีความสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น และบทเรียนได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนตลอดเวลา ทั้งในรูปแบบของการคลิกปุ่มเพื่อเลือกบทเรียน การคลิกปุ่มเพื่อศึกษาเนื้อหาหรือย้อนกลับมาทบทวนเนื้อหา การคลิกปุ่มเพื่อดูชมวีดิทัศน์คลิปหรือศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม รวมถึงการคลิกปุ่มเพื่อเลือกตอบคำถาม เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการเรียนรู้ได้ไม่จำกัด และทบทวนบทเรียนได้ตามความต้องการ อันจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้บทเรียนสามารถแสดงผลป้อนกลับทันทีระหว่างการเข้าไปทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งนับเป็นการเสริมแรงอีกทางหนึ่ง ทำให้ผู้เรียนทราบผลการตอบคำถามของตนทันที โดยมีคำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยรวมคือ 87.66/86.22 ซึ่งพบว่า ค่าร้อยละของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าต่ำกว่าแบบฝึกหัดระหว่างเรียน อาจเนื่องมาจากขณะเรียนในแต่ละเรื่องจะมีการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทันที แต่การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้เรียนจะต้องเรียนจบแต่ละเรื่องที่กำหนด ซึ่งการทิ้งช่วงจากการเรียนอาจทำให้ผู้เรียนลืมเนื้อหาของบทเรียนที่ได้เรียนผ่านไปแล้ว

จึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง และเหมาะสำหรับการนำไปเป็นสื่อเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหรือทบทวนเนื้อหาได้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมถึงอุปกรณ์ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ อาทิ หูฟัง หรือลำโพง ก่อนการเรียน เพื่อให้สามารถใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จัดทำขึ้นเพื่อสนองตอบการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ ดังนั้นการออกแบบบทเรียนจึงควรคำนึงถึงความสะดวกต่อการนำไปใช้ ไม่ซับซ้อน ตลอดจนถึงการเข้าสู่เนื้อหาต่าง ๆ มีขั้นตอนที่ชัดเจนไม่ยุ่งยาก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาบทเรียนได้อย่างต่อเนื่อง
3. ผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ควรหมั่นศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมต่าง ๆ เพิ่มเติมตลอดเวลา เพื่อนำไปใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น อาทิ โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียน โปรแกรมด้านงานกราฟิก โปรแกรมการสร้างภาพเคลื่อนไหว โปรแกรมการตัดต่อวีดิทัศน์ โปรแกรมด้านการบันทึกเสียง รวมถึงโปรแกรมที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลและการแปลงไฟล์ เป็นต้น
4. ผลจากการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทำให้สามารถนำไปใช้เป็นสื่อหลักหรือสื่อเสริมประกอบการเรียนการสอน รวมถึงสามารถนำไปประยุกต์เป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองได้จริง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอนในเนื้อหาอื่น ๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 เพื่อให้มีสื่อสำหรับการเรียนรู้เพียงพอตามความต้องการของผู้เรียน
2. ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ให้สามารถนำไปใช้บนระบบเครือข่ายและอินเทอร์เน็ตได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลธร สิงห์ปฐ. (2541). *การศึกษามลภาวะการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย* การสอนตามคู่มือครู สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กิตานันท์ มลิทอง. (2539). *อธิบายศัพท์คอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ตมัลติมีเดีย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ครุฑิต วัลย์วงศ์. (2539, มกราคม-กุมภาพันธ์). *ปรัชญาการศึกษาในยุคไอที ตอนที่ 2. สาร NECTEC*. (8): 29-36.
- จารุวัธ หนูทอง. (2546). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง หลักการตัดต่อวีดิทัศน์ ด้วยคอมพิวเตอร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ณอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทักษิณา สอนานนท์. (2536). *พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ไฮเทค พรินติ้ง.
- _____. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ธเนศ ข้าเกิด. (2540, สิงหาคม-กันยายน). *การวิจัยและพัฒนา (R&D) กระบวนการศึกษาค้นคว้าสู่คุณภาพ. ส่งเสริมเทคโนโลยี*. 24(134): 156-158.
- บุญสืบ พันธุ์ดี. (2537). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ. (2538, กรกฎาคม-กันยายน). *มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์*. สสวท. 23(90): 25-35.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ และคนอื่นๆ. (2544). *ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.
- บุญณะ สมชัย. (2542). *การสร้าง CAI-Multimedia ด้วย Authorware 4.0*. กรุงเทพฯ: ซีอีดียูเคชั่น.

- ประพันธ์ จันทรอัป. (2547). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและสสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- ปรียา สมพีช. (2545). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ทรัพยากรในดิน วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- พฤทธิ ศรีบรรณพิทักษ์. (2532, เมษายน-พฤษภาคม). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา. ใน *รวมบทความที่เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษา* (เล่ม 2). 11(4): 21-25.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัลลภ พริยะสุวรรณ. (2541, ตุลาคม-ธันวาคม). มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน. *พัฒนาเทคนิคศึกษา*. 11(28): 9-15.
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุล; ไพบุลย์ เกียรติโกมล; และ เสกสรร แยมพินิจ. (2546). การออกแบบและการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน สำหรับ e-Learning. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ไพลิน บุญเดช. (2539, พฤศจิกายน-ธันวาคม). เปิดโลกมัลติมีเดีย. *อินเทอร์เน็ต-อินทราเน็ต*. 1(3): 3-26.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ยีน ภู่วรรณ. (2538, มิถุนายน-กรกฎาคม). เทคโนโลยีมัลติมีเดีย. *ส่งเสริมเทคโนโลยี*. 22(121): 159-163.
- รังสรรค์ ต้นสุชี. (2547). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง โลกและดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- รัชนิวรรณ อิมสมัย. (2542). การพัฒนาบทเรียนไฮเปอร์มีเดีย เรื่อง ความสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2539, พฤษภาคม-สิงหาคม). การวิจัยและพัฒนาการศึกษา. *ศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*. 1(1): 1-10.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2543). *ศัพท์คอมพิวเตอร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2528). *หลักการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร.
- วิชาญ ใจเถิง. (2543). ผลการใช้มัลติมีเดียสอนทักษะปฏิบัติเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

- การสอนเบื้องต้น สำหรับครูสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติ. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา. วุฒิชัย ประสารสอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี. เจ. พรินติ้ง.
- ศิริกา อมรรัตนานุเคราะห์. (2544). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชุดสัตว์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สถาพร สาธุการ. (2540). *การพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์. ทับแก้ว. ภาคเรียนที่ 2: 109-120.*
- สมคิด อิศระวัฒน์. (2532, พฤษภาคม-สิงหาคม). *การเรียนรู้ด้วยตนเอง. วารสารการศึกษานอกระบบ. 4(11): 73-79.*
- สมพงษ์ บุญธรรมจินดา. (2541, เมษายน-พฤษภาคม). *จะเอ้อ มัลติมีเดีย. ส่งเสริมเทคโนโลยี. 25(138): 102-108.*
- สิริรัตน์ สัมพันธ์ยุทธ. (2540). *ลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของนักศึกษาในระบบการศึกษาทางไกล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาผู้ใหญ่). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.*
- เสาวณีย์ ศึกษบัณฑิต. (2525). *การเรียนการสอนรายบุคคล*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. _____ . (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อดิศักดิ์ เซ็นเสถียร. (2541, ตุลาคม-ธันวาคม). *แนวทางกว้าง ๆ ในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย. พัฒนาเทคนิคศึกษา. 11(8): 35-38.*
- อุทัย บุญประเสริฐ. (2542, มีนาคม-มิถุนายน). *การวิจัยและพัฒนา. ครูศาสตร์. 27(3): 48-54.*
- Alessi, Stephen M. and Trollip, Stanley R. (1985). *Computer-Based Instruction: Methods and Development*. New Jersey. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Aston, Robert and Schwarz, Joyce. (1994). *Multimedia : Gateway to the Next Millennium*. Boston: Academic Press.
- Borg, Water R. and Meredith D. Gall. (1989). *Educational Research: and Introduction*. 5th ed. New York: Longman.
- Bunzel, Mark J. & Morris, Sandra K. (1994). *Multimedia Applications Development : using indeo video and DVI technology*. 2 nd ed. New York: McGraw-Hill.
- Chang, Chun-yen. (2002). Does computer-assisted instruction + problem solving = improved science outcomes? A pioneer study. *The Journal of Educational Research (Washington, D.C.)*. 95(3): 143-150. Retrieved October 10, 2005, from <http://vnwe>.

[hwwilsonweb.com/hww/results_common.jhtml?mm=27](http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results_common.jhtml?mm=27)

- Christmann, Edwin P. and Badgett, John L. (1999). A comparative analysis of the effects of computer-assisted instruction on student achievement in differing science and demographical areas. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 18(2): 135-143. Retrieved September 4, 2005, from http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/results_common.jhtml?mm=18
- Freeman, Joan. (1992). *Quality Basic Education : The Development of Competence*. Paris: Unesco.
- Gagne, Robert M. and Briggs, Leslie J. (1974). *Principles of Instructional Design*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gay, L.R. (1976). *Educational Research Competencies for Analysis and Application*. New York: Merrill Publishing.
- Gayeski, Diane M. (1993). *Multimedia for Learning : development, application, evaluation*. New York: Educational Technology Publications.
- Hall, Tom L. (1996). *Utilizing Multimedia ToolBook 3.0*. New York: Boyd & Fraser Publishing Company.
- Jeffcoate, Judith. (1995). *Multimedia in Practice : Technology and Applications*. New York : Prentice Hall.
- Knowles, Malcolm S. (1975). *Self-directed learning: a guide for learners and teachers*. Chicago: Association Press.
- Linda, Tway. (1995). *Multimedia in Action*. U.S.A.: Academic Press Inc.
- Lu, Casey R., Voss, Burton E., Kleinsmith, Lewis J. (1997, May). The effect of a microcomputer-based biology study center on learning in high school biology students. *The American Biology Teacher*. (59): 270-278. Retrieved October 10, 2005. from http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/results_common.jhtml?nn=31
- Palacio-Cayetano, Joycelin; Allen, Robert D.; Stevens, Ronald H. (1999, September). Computer-assisted evaluation-the next generation. *The American Boilogy Teacher*. 61(7): 514-522. Retrieved October 10, 2005. from http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/results_common.jhtml?mm=41
- Paulissen, Dirk and Harald, Frater. (1994). *Multimedia mania*. Grand Rapids, Mich : Abacus.
- Sipple, Charles J. (1981). *Microcomputer Dictionary*. 2nd ed., New York: Howard W. Sons.
- Vaughan, Tay. (1996). *Multimedia : making it work*. 3rd ed., New York: McGraw-Hill.
- Victoria, Rosenborg and Others. (1993). *A guide to multimedia*. Indiana: New Rider Publishing.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

ภาคผนวก ข

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

แบบฝึกหัดระหว่างเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 1 การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดานคำตอบ

1. ไส้โทพลาซึมของอะมีบาชนิดใดที่มีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งกึ่งเหลวและไหลไม่ได้
 - ก. เอ็กโทพลาซึม
 - ข. เอนโดพลาซึม
 - ค. ไดนีน
 - ง. ไชล
2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะการเคลื่อนที่โดยใช้ชูโดโปเดียมของอะมีบา
 - ก. cyclosis
 - ข. amoeboid movement
 - ค. turgor movement
 - ง. cytoplasmic streaming
3. ไมโครฟิลาเมนต์ของอะมีบา ประกอบด้วยโปรตีนชนิดใด
 - ก. แอกทิน
 - ข. ไมโอซิน
 - ค. ไดนีน
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข
4. สัตว์ชนิดใดเคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของไซโทพลาซึม
 - ก. ไฮดรา
 - ข. อะมีบา
 - ค. พลานาเรีย
 - ง. ยูกลีนา
5. โครงสร้างภายในของซีเลียชนิดใด ที่ประกอบด้วยหลอดเล็กๆ และมีการเรียงตัวกันแบบ 9+2
 - ก. ไมโครทิวบูล
 - ข. ไมโครฟิลาเมนต์
 - ค. ไมโครวิลไล
 - ง. ไมโทคอนเดรีย

6. สัตว์ชนิดใดที่อาศัยขี้เลื่อยในการเคลื่อนที่
- พารามีเซียม
 - ยูกลีนา
 - พลานาเรีย
 - ถูกทั้งข้อ ก และ ค
7. โครงสร้างข้อใดในขี้เลื่อย ทำหน้าที่เป็นเสมือนแขนเกาะกับไม้โครงพญูด ทำให้โค้งงอและพัดโบกได้
- ขาเทียม
 - ไคนีโทโซม
 - ไคนีนอาร์ม
 - เจล
8. เมื่อตัดโครงสร้างใดออกแล้วจะทำให้แฟลเจลลัมเคลื่อนไหวไม่ได้
- ไมโครพญูด
 - ไมโครวิลไล
 - เบซัลบอดี
 - ขาเทียม
9. เราสามารถพบแฟลเจลลัมได้ที่ส่วนใดในสิ่งมีชีวิตชั้นสูง
- เยื่อบุรังไข่
 - เซลล์สืบพันธุ์
 - เยื่อบุลำไส้เล็ก
 - เยื่อบุกระเพาะอาหาร
10. เมื่อยูกลีนาพัดโบกแฟลเจลลัมไปด้านข้าง โดยมีลักษณะคล้ายลูกคลื่น จะส่งผลให้ทิศทางการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร
- เคลื่อนที่ถอยหลัง
 - เคลื่อนที่หมุนวนเป็นวงกลม
 - เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
 - เคลื่อนที่ไปด้านข้าง

เรื่องที่ 2 การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

11. แมงกะพรุนเคลื่อนที่โดยอาศัยลักษณะการทำงานตามข้อใดต่อไปนี้

- ก. การดันน้ำภายในลำตัวพุ่งออกมาทางท่อ
- ข. การบีบตัวไล่น้ำของกล้ามเนื้อ
- ค. การใช้ระบบท่อน้ำ
- ง. การยืดหดตัวของทิวบ์ฟีท

12. ข้อใดคืออวัยวะสำหรับการพ่นน้ำ เพื่อให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามของหมึก

- ก. เทนทาเคิล
- ข. ทิวบ์ฟีท
- ค. ไฮพอน
- ง. เมนเติล คาวิตี

13. อวัยวะส่วนใดของดาวทะเลที่ทำหน้าที่เป็นขา สามารถยืดหดได้

- ก. มาดรีโพไรต์
- ข. รังคาแนล
- ค. แอมพูลลา
- ง. ทิวบ์ฟีท

14. ข้อใดกล่าวถึงกลไกการเคลื่อนที่ของดาวทะเล **ไม่ถูกต้อง**

- ก. มีอวัยวะเฉพาะทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่โดยอาศัยแรงดันไฮโดรสแตติก
- ข. รังคาแนลเป็นท่อที่แยกไปยังแขนแต่ละอันของดาวทะเล
- ค. ดาวทะเลเคลื่อนที่โดยใช้ระบบท่อน้ำ
- ง. การยืดหดของทิวบ์ฟีทหลายๆ อันต่อเนื่องกัน ทำให้ดาวทะเลเคลื่อนที่ไปได้

15. พลาเนเรียนนอกจากจะใช้ระบบกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่แล้ว ยังมีอวัยวะข้อใดช่วยให้เคลื่อนที่ในน้ำดียิ่งขึ้น

- ก. ทิวบ์ฟีท
- ข. แผ่นดูด
- ค. ซีเลีย
- ง. ครีป

16. ข้อใด ไม่ใช่ อวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน

- ก. แอมพูลลา
- ข. เดือย
- ค. กล้ามเนื้อวง
- ง. กล้ามเนื้อตามยาว

17. เพราะเหตุใด ไส้เดือนดินจึงมีประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ดีกว่าพลาณาเรีย

- ก. ไส้เดือนดินมีกล้ามเนื้อ 3 ชุด แต่พลาณาเรียมีกล้ามเนื้อ 2 ชุด
- ข. ไส้เดือนมีช่องว่างอยู่ระหว่างผนังลำตัวกับลำไส้ แต่พลาณาเรียไม่มี
- ค. นอกจากระบบกล้ามเนื้อแล้ว พลาณาเรียไม่มีโครงสร้างอื่นที่ช่วยในการเคลื่อนที่
- ง. ไส้เดือนดินมีเดือยช่วยให้การเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

18. ข้อต่อแบบบอลแอนด์ซอกเก็ตมักจะอยู่ส่วนใดของแมลง

- ก. ข้อแรกของขากับลำตัว
- ข. อยู่ระหว่างลำตัวกับโคนปีก
- ค. อยู่ระหว่างลำตัวกับส่วนหัว
- ง. อยู่ภายในช่องอก

19. เมื่อกล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์หดตัวและกล้ามเนื้อเอ็กเทนเซอร์คลายตัว แมลงจะมีลักษณะอย่างไร

- ก. ขางอ
- ข. ขาเหยียดออก
- ค. ปีกยกขึ้น
- ง. ปีกลดต่ำลง

20. การทำงานของกล้ามเนื้อแมลงปอขณะลดปีกต่ำลง จะมีลักษณะเป็นอย่างไร

- ก. โคนปีกด้านในและส่วนท้องหดตัว
- ข. โคนปีกด้านนอกและส่วนท้องหดตัว
- ค. กล้ามเนื้อตามขวางและผนังด้านบนส่วนนอกหดตัว
- ง. กล้ามเนื้อตามยาวหดตัว

เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

21. การทำงานของครีบก้นในปลาสามารถทำให้ปลาเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่งได้

- ก. ครีบก้นและครีบอก
- ข. ครีบก้นและครีบสะโพก
- ค. ครีบอกและครีบสะโพก
- ง. ครีบก้นและครีบก้น

22. การหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้ลำตัวปลามีลักษณะเป็นอย่างไร

- ก. โค้งไปมาเป็นรูปตัวเอส
- ข. พุ่งตรงดิ่งไปข้างหน้า
- ค. ปลอยตัวลอยไปตามน้ำ
- ง. ยกหัว-หางสลับขึ้นลง

23. ฟลิปปเปอร์เป็นอวัยวะสำคัญในการเคลื่อนที่ของสัตว์ชนิดใด

- ก. โลมา
- ข. เต่า
- ค. หงส์
- ง. แมวน้ำ

24. ข้อใดต่อไปนี้เป็นอวัยวะที่ห่านใช้สำหรับการเคลื่อนที่ในน้ำ

- ก. ครีบก้น
- ข. เวิ้ง
- ค. ฟลิปปเปอร์
- ง. ปีก

25. การที่นกมีกระดูกกลวง น้ำหนักเบา เนื่องจากส่วนประกอบใดของร่างกาย

- ก. ถุงแลกเปลี่ยนอากาศ
- ข. กล้ามเนื้อยกปีก
- ค. อกกลม
- ง. ขนนก

26. ปีกนกเทียบได้กับครีบนิดใดของปลา

- ก. ครีบอก
- ข. ครีบท้อง
- ค. ครีบหลัง
- ง. ครีบสะโพก

27. ในขณะที่นักเรียนกำลังเขียนหนังสือ จะเกิดการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดใด

- ก. กล้ามเนื้อไบเซพหัดตัว
- ข. กล้ามเนื้อไตรเซพหัดตัว
- ค. กล้ามเนื้อไบเซพตอนล่างหัดตัว
- ง. กล้ามเนื้อไตรเซพตอนล่างหัดตัว

28. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ใช่ กระดูกยางค์ของร่างกายมนุษย์

- ก. กระดูกแขน ขา
- ข. กระดูกเชิงกราน
- ค. กระดูกสะบัก ไหล่
- ง. กระดูกซี่โครง

29. ข้อใดที่เคลื่อนไหวได้จำกัดเพียงทิศทางเดียว สามารถพบได้บริเวณใดของร่างกาย

- ก. กระโหลกศีรษะ
- ข. หัวไหล่
- ค. ท่อนกระดูกสันหลัง
- ง. หัวเข่า

30. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงการทำงานของกล้ามเนื้อลาย ไม่ถูกต้อง

- ก. การทำงานอยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ
- ข. สามารถพบได้ที่อวัยวะภายใน เช่น ผนังกระเพาะอาหาร ผนังลำไส้
- ค. ถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง
- ง. เป็นการทำงานในลักษณะตรงกันข้าม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 1 การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ขณะที่จะมีบาเคลื่อนที่ โครงสร้างภายในจะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับข้อใด
 - ก. ไมโครพิลลาเมนต์ของกล้ามเนื้อ
 - ข. ไมโครทิวบูลของเซลล์ทั่วไป
 - ค. เซลล์ที่เคลื่อนไหวโดยอาศัยแรงดันไฮโดรสแตติก
 - ง. การยืดหดเซลล์บริเวณขอบกระดิ่ง
2. การเคลื่อนที่แบบอะมีบา (amoeboid movement) สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตชนิดใด
 - ก. ยูกลีนา
 - ข. ราเมือก
 - ค. ยีสต์
 - ง. พารามีเซียม
3. สิ่งมีชีวิตชนิดใด มีกลไกการเคลื่อนที่โดยอาศัยการไหลของไซโทพลาซึม
 - ก. ยูกลีนา
 - ข. อะมีบา
 - ค. พลานาเรีย
 - ง. ไฮดรา
4. การไหลเวียนของไซโทพลาซึมภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มีความเกี่ยวข้องกับออร์แกเนลล์ชนิดใดมากที่สุด
 - ก. เซนทริโอล
 - ข. ไมโครพิลลาเมนต์
 - ค. ไมโทคอนเดรีย
 - ง. กอลจิ แอพพาราตัส
5. ข้อใดคือหน้าที่สำคัญของชูโดโปเดียม (pseudopodium)
 - ก. หาดอาหาร
 - ข. เคลื่อนที่
 - ค. ป้องกันตัว
 - ง. การขับถ่าย

6. ไฮโปพลาซึมของอะมีบาชนิดใด ที่มีลักษณะเป็นสารค่อนข้างเหลวและไหลได้

- ก. เอ็กโทพลาซึม
- ข. เจล
- ค. ไดนีน
- ง. โซล

7. อวัยวะส่วนใดของมนุษย์ที่อาศัยลักษณะการเคลื่อนที่แบบอะมีบา

- ก. เซลล์ประสาท
- ข. เซลล์กล้ามเนื้อ
- ค. เซลล์เม็ดเลือดแดง
- ง. เซลล์เม็ดเลือดขาว

8. การเคลื่อนที่ของอะมีบาเริ่มเกิดขึ้นจากส่วนใดของเซลล์

- ก. เอนโดพลาซึม
- ข. เอ็กโทพลาซึม
- ค. โปรโตพลาซึม
- ง. นิวคลีโอพลาซึม

9. การเคลื่อนเข้าและเคลื่อนออกจากกันของแอกทินและไมโอซิน ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต

ยกเว้น ข้อใด

- ก. อะมีบา
- ข. พารามีเซียม
- ค. พลาณาเรีย
- ง. ไส้เดือนดิน

10. ข้อใดกล่าวถึงโปรตีนแอกทินและไมโอซินที่พบในเซลล์กล้ามเนื้อได้ถูกต้อง

- ก. เส้นใยชนิดไมโครฟิลาเมนต์ในเซลล์ทั่วไป
- ข. เส้นใยที่เป็นเส้นยาว เรียกว่า muscle fiber
- ค. เส้นใยชนิดไมโครทิวบูลในเซลล์ทั่วไป
- ง. แอกทินคือไมโครฟิลาเมนต์ ส่วนไมโอซินคือไมโครทิวบูล

11. พารามีเซียมเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยการทำงานของข้อใด

- ก. ซีเลีย
- ข. แฟลเจลลัม
- ค. ไมโครทิวบูล
- ง. ไมโครฟิลาเมนต์

12. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ใช้ซีเลียในการเคลื่อนที่ หากตัดส่วนของเบซิลบอดีหรือไคนีโทโซมออกจะมีผลอย่างไร

- ก. เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น
- ข. เคลื่อนที่ได้ช้าลง
- ค. หยุดนิ่งไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
- ง. เคลื่อนที่เฉพาะด้านข้าง

13. ข้อใดต่อไปนี้เป็น ไม่ถูกต้อง

- ก. การเดินทางของตัวอ่อนไปตามท่อหน้าไขสันหลังด้วยนม เกิดจากการโบกพัดของซีเลีย และการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ
- ข. ไมโครทิวบูลประกอบด้วยโปรตีนแอกทินและไมโอซิน
- ค. โครงสร้างภายในของซีเลียประกอบด้วยหลอดเล็กๆ เรียกว่า ไมโครทิวบูล
- ง. หากตัดเบซิลบอดีออก จะทำให้ซีเลียเส้นนั้นไม่สามารถเคลื่อนไหวได้

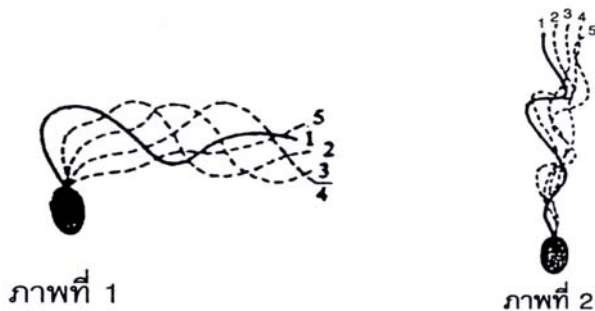
14. ออร์แกเนลล์ภายในซีเลียข้อใด ที่มีส่วนประกอบภายในโครงร่างเป็น 9+0

- ก. เบซิลบอดี
- ข. ไมโครทิวบูล
- ค. ไดเนนอาร์ม
- ง. ส่วนหางของสเปิร์ม

15. เราสามารถพบซีเลีย (cilia) ได้ที่ส่วนใดในสิ่งมีชีวิตชั้นสูง

- ก. เยื่อบุรังไข่
- ข. เยื่อบุท่อหน้าไข
- ค. เยื่อบุลำไส้เล็ก
- ง. เยื่อบุกระเพาะอาหาร

16. จากภาพ แสดงการพัดโบกของแฟลเจลลัม ข้อใดกล่าวถึงทิศทางการเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง



- ก. ภาพที่ 1 เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ภาพที่ 2 เคลื่อนที่ถอยหลัง
 ข. ภาพที่ 1 เคลื่อนที่ไปด้านข้าง ภาพที่ 2 เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
 ค. ภาพที่ 1 เคลื่อนที่ไปด้านข้าง ภาพที่ 2 เคลื่อนที่ถอยหลัง
 ง. ภาพที่ 1 เคลื่อนที่ถอยหลัง ภาพที่ 2 เคลื่อนที่ไปข้างหน้า

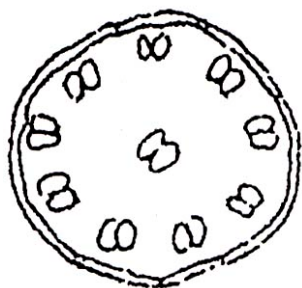
17. ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างระหว่างซีเลียกับแฟลเจลลัมได้ถูกต้อง

- ก. โครงสร้างพื้นฐานไม่ใช่เกิดจากการเรียงตัวของไมโครทิวบูลแบบ 9+2
 ข. แฟลเจลลัมสามารถหมุนรอบตัวได้ แต่ซีเลียหมุนไม่ได้
 ค. ซีเลียมีลักษณะเป็นเส้นและมีความยาวมากกว่าแฟลเจลลัม
 ง. ไม่แตกต่างกัน

18. ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของแฟลเจลลัมได้ **ถูกต้อง**

- ก. เคลื่อนที่โดยอาศัยการเปลี่ยนสภาพจากของแข็งเป็นของเหลว
 ข. เคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานสลับกันระหว่างกล้ามเนื้อ
 ค. การโบกพัดจะขนานกับเซลล์คล้ายกับใบพายเรือ
 ง. การโบกพัดจะตั้งฉากกับเซลล์คล้ายการโบกตีของแฉ่

19. จากภาพที่กำหนดให้ เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างใด



- ก. เซนทริโอล
 ข. แฟลเจลลัม
 ค. ไมโครทิวบูล
 ง. เบซิลบอดี

20. ออร์แกนелล์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของแฟลเจลลัมคือข้อใด

- ก. ไสโทพลาซึม
- ข. เซนทริโอล
- ค. นิวเคลียส
- ง. ไมโครทิวบูล

เรื่องที่ 2 การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

21. ของเหลวที่แทรกอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้นนอกและชั้นในของแมงกะพรุนคือข้อใด

- ก. ไคนีนโทโซม
- ข. ไคนิน
- ค. มีโซเกลีย
- ง. แมนเดิล คาวิตี

22. ขณะแมงกะพรุนเคลื่อนที่จะเกิดแรงดันของน้ำพุ่งออกมา ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่มีลักษณะอย่างไร

- ก. พุ่งขึ้นด้านบน
- ข. พุ่งไปด้านข้าง
- ค. พุ่งถอยหลัง
- ง. พุ่งไปในทิศทางตรงกันข้าม

23. การเคลื่อนที่ของหมีก มีหลักการเช่นเดียวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของข้อใด

- ก. ลูกโป่งสวรรค์
- ข. เครื่องบินไอพ่น
- ค. เรือใบ
- ง. รถไฟ

24. กระบวนการใดต่อไปนี้เป็น ไม่เกี่ยวข้อง กับการเคลื่อนที่ของดาวทะเล

- ก. การบีบไล่น้ำเข้าออกจากแอมพูลลาสู่วิบริพ
- ข. การยืดหดของวิบริพ
- ค. การใช้วิบริพจำนวนมาก
- ง. การทำงานแบบสภาวะตรงกันข้าม

25. ข้อใดลำดับทิศทางการผ่านของน้ำเข้าสู่ตัวดาวทะเล เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง

- ก. มาดรีโฟไรต์, รังคาแนล, เรเดียลคาแนล, แอมพูลลา, ทิวบ์พีท
- ข. มาดรีโฟไรต์, เรเดียลคาแนล, รังคาแนล, แอมพูลลา, ทิวบ์พีท
- ค. มาดรีโฟไรต์, เรเดียลคาแนล, แอมพูลลา, รังคาแนล, ทิวบ์พีท
- ง. มาดรีโฟไรต์, เรเดียลคาแนล, แอมพูลลา, ทิวบ์พีท, รังคาแนล

26. ข้อใดเป็นระบบที่ดาวทะเลใช้ในการเคลื่อนที่

- ก. ไฮโดลซิส
- ข. ระบบท่อน้ำ
- ค. การทำงานแบบสภาวะตรงข้าม
- ง. ระบบกล้ามเนื้อ

27. แผ่นดูด (sucker) ที่อยู่ปลายสุดของทิวบ์พีท มีหน้าที่อะไร

- ก. ช่วยในการยึดหดตัวของทิวบ์พีท
- ข. ป้องกันไม่ให้น้ำไหลย้อนกลับ
- ค. ยึดเกาะพื้นผิวขณะเคลื่อนที่
- ง. รับน้ำเข้าและออกจากร่างกาย

28. โครงสร้างดาวทะเลที่ทำหน้าที่ในการรับน้ำเข้าและออกจากร่างกายคือข้อใด

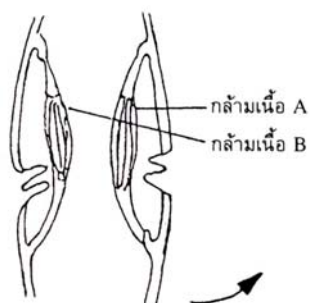
- ก. มาดรีโฟไรต์
- ข. รังคาแนล
- ค. ทิวบ์พีท
- ง. แอมพูลลา

29. พลาสมาเรียเคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดใด

- ก. กล้ามเนื้อวง กล้ามเนื้อตามยาว กล้ามเนื้อบน
- ข. กล้ามเนื้อวง กล้ามเนื้อตามยาว กล้ามเนื้อทะแยง
- ค. กล้ามเนื้อวง กล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ
- ง. กล้ามเนื้อทะแยง กล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ

30. พลานาเรียนนอกจากจะเคลื่อนที่โดยใช้กล้ามเนื้อแล้ว ยังอาศัยโครงสร้างการเคลื่อนที่แบบเดียวกับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวชนิดใด
- อะมีบา
 - ยูกลีนา
 - วอลลอคซ์
 - พารามีเซียม
31. ข้อใดกล่าวถึงการเคลื่อนที่ของไส้เดือนได้ถูกต้อง
- ใช้ เติดยึดดินให้แน่น แล้วลากกล้ามเนื้อของลำตัวตามไป
 - การยืดตัวและการหดตัวสลับกันไป
 - ใช้การหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวสลับกัน
 - มีเมือกมาทำให้ไถลไปบนพื้นง่าย ๆ
32. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะกล้ามเนื้อของไส้เดือนขณะเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
- เมื่อกกล้ามเนื้อตามยาวหดตัว จะใช้เตื่อยบริเวณหัวยึดพื้นดินทำให้ลำตัวเคลื่อนไปข้างหน้า
 - เมื่อกกล้ามเนื้อวงด้านหัวหดตัว กล้ามเนื้อตามยาวคลายตัว ปล้องจะยืดออก ทำให้ลำตัวเคลื่อนไปข้างหน้า
 - เมื่อกกล้ามเนื้อตามยาวหดตัว กล้ามเนื้อวงคลายตัว ทำให้ปล้องลึบลงและเคลื่อนไปข้างหน้า
 - เมื่อกกล้ามเนื้อตามยาวคลายตัว กล้ามเนื้อวงหดตัว ทำให้ลำตัวสั้นลงและเคลื่อนไปข้างหน้า
33. เติดย (setae) ในแต่ละปล้องของไส้เดือนถูกควบคุมด้วยระบบกล้ามเนื้อ ส่งผลให้การเคลื่อนที่เป็นแบบใด
- เคลื่อนที่ไปได้เร็ว
 - เคลื่อนที่ได้ทั้งไปข้างหน้าและข้างหลัง
 - เคลื่อนที่ช้า แต่มั่นคง
 - เคลื่อนที่ได้เฉพาะไปข้างหน้า
34. ถ้าไส้เดือนตัวหนึ่งเกิดขึ้นมาโดยไม่มีเตื่อย (setae) แต่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ไส้เดือนตัวนี้ควรมีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร
- เคลื่อนที่ไปในแนวตรงได้แต่เลี้ยวไม่ได้
 - เคลื่อนที่เลี้ยวไปมาได้ แต่ไปในแนวตรงไม่ได้
 - การเคลื่อนที่ทำได้ไม่ได้เลย
 - การเคลื่อนที่ทำได้ แต่มีทิศทางไม่แน่นอน

จากรูปแสดงกล้ามเนื้อของแมลง จงพิจารณาการเคลื่อนที่ตามลูกศร แล้วตอบคำถาม



35. ข้อใดสามารถระบุชนิดของกล้ามเนื้อ A และ กล้ามเนื้อ B ของขาแมลงได้ถูกต้อง
- A กล้ามเนื้อเอ็กเทนเซอร์ และ B กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์
 - A กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ และ B กล้ามเนื้อเอ็กเทนเซอร์
 - A กล้ามเนื้อวง และ B กล้ามเนื้อตามยาว
 - A กล้ามเนื้อตามยาว และ B กล้ามเนื้อวง
36. สารชนิดใดที่ช่วยให้โครงร่างแข็งภายนอกของแมลงเป็นโพรงเกาะกันด้วยข้อต่อและสามารถงอได้
- ไคนิน
 - ไมโอซิน
 - ไคนินโทโซม
 - ไคทิน
37. ข้อต่อข้อแรกระหว่างขากับลำตัวของแมลงโดยส่วนใหญ่เป็นข้อต่อชนิดใด
- ข้อต่อแบบบานพับ
 - ข้อต่อแบบบอลแอนด์ซ็อกเก็ต
 - ข้อต่อกระดูกอ่อน
 - ข้อต่อแบบเดือย
38. เมื่อกล้ามเนื้อเอ็กเทนเซอร์หดตัวและกล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์คลายตัว จะทำให้แมลงมีลักษณะอย่างไร
- ขางอ
 - ขาเหยียดออก
 - ปีกยกขึ้น
 - ปีกลดต่ำลง

39. เมื่อกล้ามเนื้อคู้ที่เกาะอยู่กับโคนปีกด้านในและส่วนท้องของแมลงหัดตัว จะเกิดผลอย่างไร

- ก. ขางอ
- ข. ขาเหยียดออก
- ค. ปีกยกขึ้น
- ง. ปีกลดต่ำลง

40. เมื่อกล้ามเนื้อยาวไปตามลำตัวของแมลงหัดตัวลง ทำให้ช่องอกยกสูงขึ้น จะทำให้เกิดลักษณะเช่นใด

- ก. ขางอ
- ข. ขาเหยียดออก
- ค. ปีกยกขึ้น
- ง. ปีกลดต่ำลง

เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

41. ครีบนิดใดของปลาเทียบได้กับขาหน้าของสุนัข

- ก. ครีบอก
- ข. ครีบบาง
- ค. ครีบหลัง
- ง. ครีบสะโพก

42. การทำงานของครีบนิดใดที่สามารถทำให้ปลาเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

- ก. ครีบบางและครีบอก
- ข. ครีบอกและครีบสะโพก
- ค. ครีบหลังและครีบสะโพก
- ง. ครีบหลังและครีบบาง

43. ครีบอกและครีบสะโพกของปลาเป็นครีบคู่ ครีบทั้งสองทำหน้าที่ด้านใด

- ก. ช่วยพยุงตัวและเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ข. ช่วยพยุงตัวและเคลื่อนที่ไปในแนวดิ่ง
- ค. ช่วยเปลี่ยนทิศในการเคลื่อนที่
- ง. ลดแรงเสียดทานในการเคลื่อนที่

44. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่ของครีบอก ครีบสะโพก ครีบหาง และครีบลึงของปลาได้ถูกต้อง

- ก. ครีบอกและครีบลึงใช้เคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง
ส่วนครีบสะโพกและครีบหางใช้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ข. ครีบอกและครีบหางใช้เคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง
ส่วนครีบสะโพกและครีบลึงใช้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ค. ครีบสะโพกและครีบลึงใช้เคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง
ส่วนครีบอกและครีบหางใช้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ง. ครีบอกและครีบสะโพกใช้เคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง
ส่วนครีบหางและครีบลึงใช้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า

45. ข้อใดคือความแตกต่างของสัตว์ที่เคลื่อนที่อยู่ในน้ำกับสัตว์ที่เคลื่อนที่อยู่บนบก

- ก. ในน้ำมีแรงลอยตัวรวมทั้งแรงเสียดทานน้อยกว่าบนพื้นดิน
- ข. ในน้ำเคลื่อนที่ 3 มิติ แต่บนบกเคลื่อนที่ 2 มิติ
- ค. ในน้ำมีแรงลอยตัว ทำให้ครีบและถุงลมไม่จำเป็นต้องใช้
- ง. ถูกทุกข้อ

46. โลมาเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ครีบจึงไม่เจริญเหมือนปลาทั่วไป ดังนั้นจึงอาศัยการเคลื่อนที่ลักษณะใด

- ก. ใช้ฟิลิปเปอร์ช่วยโบกน้ำ
- ข. ใช้ครีบลึงและครีบหางพัดโบก
- ค. ใช้ครีบอกและครีบหางพัดโบก
- ง. ใช้การหดหัวและหางสลับกัน

47. เต่าทะเลเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยอวัยวะชนิดใด

- ก. เวิ็บ
- ข. ฟิลิปเปอร์
- ค. ครีบอก
- ง. ครีบหาง

48. ข้อใดคืออวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นแผ่นหนังบางๆ และแบน อยู่ระหว่างนิ้วเท้าเปิด

- ก. ครีป
- ข. ฟลิปปเปอร์
- ค. เวิร์บ
- ง. ปีก

49. ถูกลมของนกมีหน้าที่อะไร

- ก. ช่วยให้ตัวเบา บินได้สะดวก
- ข. เก็บก๊าซออกซิเจนให้ปอดใช้
- ค. แลกเปลี่ยนก๊าซหายใจ
- ง. เป็นถุงพักอาหารชั่วคราว

50. นกเคลื่อนที่โดยอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อที่อยู่ระหว่างตำแหน่งใดของร่างกาย

- ก. กระดูกโคนปีกและลำตัว
- ข. กระดูกอกและกระดูกเชิงกราน
- ค. กระดูกโคนปีกและกระดูกอก
- ง. กระดูกอกและปอด

51. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของนกขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้ ยกเว้น ข้อใด

- ก. น้ำหนักตัว
- ข. อากาศสำรอง
- ค. ความเร็วของการขยับปีก
- ง. ขนาดของปีก

52. เมื่อนกโบกปีกลง เคลื่อนไปข้างหน้า จากนั้นยกปีกขึ้นและสับไปข้างหลังอย่างแรง จะเกิดผลอย่างไร

- ก. พุ่งไปข้างหน้า
- ข. ถอยหลัง
- ค. หยุดนิ่งกลางอากาศ
- ง. ลอยตัวขึ้นในอากาศ

53. ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบของมนุษย์ได้ถูกต้อง

- ก. การทำงานของกล้ามเนื้อลาย ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจ
- ข. การทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจ
- ค. การทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ อยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจ
- ง. การทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด อยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจ

54. กิจกรรมใดที่ ไม่ทำให้ เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อในสภาวะตรงกันข้ามของมนุษย์

- ก. งอแขน
- ข. พยักหน้า
- ค. กระดิกนิ้ว
- ง. แกว่งแขน

55. ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของกล้ามเนื้อลายได้ถูกต้อง

- ก. ต่างมัดต่างก็ทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นแก่กัน
- ข. หดตัวด้วยกันทั้งคู่
- ค. ทำงานเป็นคู่ แต่ในทิศทางตรงกันข้าม
- ง. ทำงานเป็นคู่ ทิศทางเดียวกัน

56. ข้อใด ไม่ใช่ หน้าที่ของระบบโครงกระดูกที่มีต่อมนุษย์

- ก. ป้องกันส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกาย
- ข. เป็นโครงร่างของร่างกาย
- ค. ช่วยในการสร้างเม็ดเลือดขาว
- ง. สะสมสารแคลเซียม

57. การออกกำลังกายท่ากางแขนออก – พับแขนเข้า – แล้วเหยียดแขนออก กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวในแต่ละท่าคือข้อใด

- ก. ไตรเซพ – ไบเซพ – ไตรเซพ
- ข. ไบเซพ – ไตรเซพ – ไบเซพ
- ค. ไบเซพ – ไบเซพ – ไตรเซพ
- ง. ไตรเซพ – ไตรเซพ – ไบเซพ

58. โปรตีนชนิดหนึ่งที่อยู่ในไมโครพิลลาเมนที่ของเส้นใยกล้ามเนื้อเล็กคือข้อใด

- ก. แอกทิน
- ข. แอกโตไมโอซิน
- ค. ไทรโพอไมโอซิน
- ง. ไมโอซิน

59. สามารถพบข้อต่อแบบลูกกลมในข้อกระดูกได้ที่ส่วนใดของร่างกายมนุษย์

- ก. กระโหลกศีรษะ
- ข. หัวเข่า
- ค. หัวไหล่
- ง. ข้อเท้า

60. การทำงานของกล้ามเนื้อชนิดใด ถูกควบคุมด้วยระบบประสาทอัตโนมัติ

- ก. กล้ามเนื้อผนังลำไส้
- ข. กล้ามเนื้อผนังเส้นเลือด
- ค. กล้ามเนื้อแขน ขา
- ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

**แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต**

ชื่อผู้ประเมิน..... ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องระดับความคิดเห็น ตามระดับประมาณค่าคุณภาพของ
สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตัดสินคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	ดี
ระดับ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	ต้องปรับปรุง
ระดับ 1	หมายถึง	ไม่มีคุณภาพ

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
1.2 ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหา					
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
1.5 ความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน					
1.6 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
2. ภาพ และการใช้ภาษา					
2.1 ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
2.2 ความเหมาะสมของขนาดภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน					
2.3 ความชัดเจนของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน					
2.4 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
2.5 ความถูกต้องของไวยากรณ์ในการให้คำอธิบาย					

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบ					
3.1 ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
3.2 ความชัดเจนของคำถาม					
3.3 ความเหมาะสมในการรายงานผลคะแนนเป็นรายข้อ					
3.4 ความชัดเจนในการสรุปผลคะแนนรวม					
รวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

ชื่อผู้ประเมิน ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องระดับความคิดเห็น ตามระดับประมาณค่าคุณภาพของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตัดสินคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	ดี
ระดับ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	ต้องปรับปรุง
ระดับ 1	หมายถึง	ไม่มีคุณภาพ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับวัตถุประสงค์					
1.2 ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา					
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.4 ความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน					
1.5 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
2. ภาพ เสียง และการใช้ภาษา					
2.1 ความสอดคล้องของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน					
2.2 ความชัดเจนของภาพประกอบบทเรียน					
2.3 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน					
2.4 ความเหมาะสมของเสียงบรรยายที่ใช้ประกอบบทเรียน					
2.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3. ตัวอักษรและสี					
3.1 ความชัดเจนของรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ประกอบบทเรียน					
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้ประกอบบทเรียน					
3.3 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร					
3.4 ความชัดเจนของตัวอักษรบนพื้นหลังสีต่างๆ					
3.5 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีพื้นบนจอภาพ					
4. การจัดการบทเรียน					
4.1 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม					
4.2 ความเหมาะสมของเทคนิคการนำเสนอบทเรียน					
4.3 ความเหมาะสมในวิธีการโต้ตอบกับบทเรียน					
4.4 ความเหมาะสมในการควบคุมบทเรียนโดยใช้ปุ่มต่างๆ					
4.5 ความน่าสนใจของบทเรียน					
รวม					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาคุณภาพเครื่องมือ

ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ครูเพ็ญศรี พันธุ์หินกอง

ครูสุภาพิชญ์ หลักคำ

ครูนงเยาว์ วัฒนชัยสิทธิ์

ครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล

อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อลิศรา เจริญวานิช

ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ ปิริยะสุวรรณค์

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นายศักดิ์ดา ชูศรี

นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ชำนาญการระดับ 8 สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4



หน้าลงทะเบียนเพื่อเข้าสู่บทเรียน



เมนูหลัก สำหรับเลือกเรื่องที่ต้องการศึกษา



หน้าคำแนะนำในการใช้บทเรียน



หน้าเมนูย่อย สำหรับเลือกเนื้อหาเรื่องที่ 1



หน้าเมนูย่อย สำหรับเลือกเนื้อหาเรื่องที่ 2



หน้าเมนูย่อย สำหรับเลือกเนื้อหาเรื่องที่ 3



เนื้อหาบทเรียน



เนื้อหาบทเรียน



เนื้อหาบทเรียน



เข้าสู่แบบฝึกหัดระหว่างเรียน



แบบฝึกหัดระหว่างเรียน



สรุปคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน



เข้าสู่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุปคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน

ออกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

สรุปผลคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและ
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
และผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวธาริตา ทองนำ
วันเดือนปีเกิด	1 ตุลาคม 2515
สถานที่เกิด	สุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	447 ซอยกรุงเทพฯ-นนทบุรี 11 ถนนกรุงเทพฯ-นนทบุรีเขต บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการโสตทัศนศึกษา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2528	ระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
พ.ศ. 2534	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสิรินธร จังหวัดสุรินทร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
พ.ศ. 2537	การศึกษาระดับบัณฑิต เอกเทคโนโลยีการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2550	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ