

2.4.5 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในทางการเรียนการสอน

สมชัย ชินะตระกูล (2528) ได้พูดถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาไว้ดังนี้คือ

1. ใช้ในการเรียนสำหรับการเขียนโปรแกรม (Student Programming)
2. ช่วยในการเรียนการสอน (Computer Based Instruction) เช่น ใช้เพื่อการฝึกหัด การสอนเสริม สถานการณ์จำลอง เล่มเกมส์ การสาธิต การสอบ การบอกข่าวสาร และการสื่อสาร เป็นต้น
3. ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครู (Teacher Utilities) เช่น การสร้างข้อสอบ การให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบ การสร้างอุปกรณ์การสอน การบริหาร การสื่อสาร เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีผู้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า มีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการ คือ (วารินทร์ รัชมีพรหม, 2531; นิตยา กาญจนวรรณ, 2526; คณิต ไช่มุกข์, 2527; ศิริพร สาเกทอง, 2527; วีระ ไทยพานิช, 2525; นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2533; Friedman, 1974; Liu, 1975; Hall, 1982)

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอ็กต์ภาพ
2. มีการป้อนกลับทันที มีสีสัน ภาพและเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัว ไม่เบื่อหน่าย
3. ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบก่อนได้
4. ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาหรือบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียน
5. นักเรียนเรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียน
6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ
7. ผู้เรียนได้เรียนแบบกระทำด้วยตนเอง
8. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา
9. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเองได้
10. ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนก่อน
11. ยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน บ้านหรือที่ทำงาน
12. ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน
13. เป็นการสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม
14. มีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ
15. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายาก
16. ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

Stolurow (1971) ได้กล่าวถึงคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 3 ด้านคือ

1. เป็นเครื่องช่วยสอนแก่บุคคล
2. เป็นเครื่องมือทำการวิจัยค้นคว้าด้านการสอน ภายใต้การควบคุมเงื่อนไขของนักเรียน
3. เป็นเครื่องมือช่วยผู้สอนในการพัฒนาโปรแกรม ที่ใช้ในการสอนตลอดจนพัฒนาการสอน

การวางแผนหลักสูตร และการประเมินผลการเรียน

นอกจากนี้ ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อตัวผู้เรียนไว้ดังนี้

1. ผู้เรียน เรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนตามปกติ นักเรียนสามารถที่จะเรียนได้ตามเวลาที่สะดวก โดยไม่ต้องมีใครบังคับ นักเรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง จะเรียนได้ช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐาน และความสามารถของผู้เรียนเอง นักเรียนสามารถเรียนเองได้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อขาดชั้นเรียน
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีสอนที่ดีกว่าในหลาย ๆ วิธีที่สอนตามปกติ
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นผู้สอนทบทวนส่วนตัวของนักเรียน
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียน
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนและทำงานกับโปรแกรมได้กว้างขวางและดีกว่าการสอนตามปกติ นักเรียนได้เรียนแบบกระทำด้วยตนเอง ตลอดจนการเรียนรู้การแก้ไขปัญหาที่สลับซับซ้อนมากกว่าการสอนตามปกติ

2.4.6 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีคุณค่าและส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใดก็ย่อมขึ้นอยู่กับ การออกแบบบทเรียนด้วย การออกแบบบทเรียนที่ดีนั้นนอกจากจะต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้ในเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนด้วยแล้ว โจนเนส เซนต์และแฮนนิม (Jonassen and Hannum, 1987) ได้กล่าวถึงการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็น ขบวนการทางวิทยาศาสตร์และศิลปะ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นควรใช้วิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) นอกจากนั้นยังต้องอาศัยหลักจิตวิทยาในการเรียนรู้ด้วย (ทักษิณาสวนานนท์, 2530; Alessi and Trollip, 1985)

บทเรียนแบบเพื่อการสอน (Tutorial) เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ให้ผู้เรียนยังไม่คุ้นเคย โดยเสนอเนื้อหาวิชา ถามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เพิ่งเสนอไป และจากคำตอบของผู้เรียนคอมพิวเตอร์จะตัดสินใจว่า ผู้เรียน ควรจะเรียนเนื้อหาต่อไป หรือควรจะได้มาทบทวนเนื้อหาที่เพิ่งเรียนนั้น หรือมีการซ่อมเสริมอย่างไร (ชนิษฐา ชานนท์, 2532) ซึ่งการออกแบบบทเรียนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (Design of the Stimulus) แบ่งเป็น
 นักเรียนสามารถเห็นข้อมูล (Information) ได้บนจอภาพ โดยหลักการแล้วจะไม่นำหลักการ
 รับรู้มาไข่มาก แต่เน้นวิธีการแสดงข้อมูล ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจำได้ ส่วนขั้นตอนของ
 การแสดงข้อมูลนั้นต้องเข้าใจง่าย คำถามนั้นจะต้องออกแบบเป็นรูปกิจกรรม เป็นส่วนที่นักเรียนได้มีการ
 โต้ตอบหรือเราเหมือนกับการฟังและการเห็น โดยแบ่งออกเป็น

1.1) บทนำ (Introduction) บทนำจะเป็นตัวเริ่มต้นของเนื้อหาลักษณะของบทนำจะเป็นดังนี้

- 1.1.1) มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1.1.2) คำสั่งแต่ละกิจกรรมต้องชัดเจน
- 1.1.3) บอกวิธีการเรียนของบทเรียน
- 1.1.4) แสดงตัวอย่างของคำสั่งนั้น
- 1.1.5) ให้นักเรียนเลือกลำดับการเรียน

1.2) เนื้อหา (Presentation of Information) ลักษณะของเนื้อหาในบทเรียนเป็นดังนี้

- 1.2.1) บรรยายเนื้อหาในส่วนที่เป็นสาระสำคัญและเนื้อหาต้องสั้นกระชับ
- 1.2.2) แสดงแผนภูมิหรือ Outline เพื่อให้เห็นว่าเนื้อหานั้น มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ

รายวิชาอย่างไร

- 1.2.3) บรรยายข้อมูลในรูปของการเปรียบเทียบ
- 1.2.4) อุปมาอุปมัยเนื้อหากับเรื่องที่นักเรียนเคยรู้จัก
- 1.2.5) การเสนอเนื้อหาต้องใช้ตัวอักษรที่อ่านง่าย ใช้สี การขีดเส้นใต้ ดิจกรอบ ลูกศร หรือ
 การเคลื่อนไหว เพื่อกระตุ้นหรือเน้นส่วนสำคัญ แต่ตัวอักษรไม่ควรกระพริบเวลาที่ให้ผู้เรียนอ่านเนื้อหา
- 1.2.6) ควรอธิบายในสิ่งที่นักเรียนต้องทำในตอนต้นของบทเรียน
- 1.2.7) ออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนเลือกกระดบความยากง่ายได้

1.3) คำถามและคำตอบ ในบทเรียนควรมีคำถามเพื่อกระตุ้นและยังให้ผู้เรียนสนใจใน
 การเรียน ดังนี้

- 1.3.1) ตั้งคำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 1.3.2) มีคำถามก่อนบทเรียน ระหว่างบทเรียนแต่ละตอนและหลังบทเรียน
- 1.3.3) ควรมีการทดสอบก่อนเริ่มบทเรียน
- 1.3.4) ขณะตอบคำถาม ไม่ควรให้ผู้เรียนย้อนกลับไปดูคำบรรยาย หรือคำตอบได้ แต่
 ควรจะให้คำอธิบายพร้อมข้อมูลย้อนกลับแทน
- 1.3.5) เมื่อจบการรอบเนื้อหา ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทบทวนเนื้อหา ก่อนตอบคำถาม
- 1.3.6) มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม
- 1.3.7) ใช้คำถามที่สอดคล้องกับความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ และความสนใจของผู้เรียน

2. การตอบสนองของผู้เรียน

ผู้เรียนต้องมีความรู้ในคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมบทเรียนอยู่ รวมทั้งมีความรู้เกี่ยวกับคำสั่งพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ ที่สำคัญที่สุดคือการป้อนข้อมูล ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

- 2.1) ไม่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนตอบสนองแบบเปิดเผย
- 2.2) ใช้ศิลปะในการตั้งคำถามหรือคำสั่งในการทบทวน เพื่อกระตุ้นให้มีการตอบสนองโดยไม่ต้องเปิดเผย
- 2.3) เมื่อต้องการประเมินผล หรือให้ข้อมูลย้อนกลับ ควรใช้การตอบสนองแบบเปิดเผย
- 2.4) ให้ผู้เรียนประเมินระดับความเข้าใจของตนเองในแต่ละเนื้อหา
- 2.5) ผู้เรียนในระดับเด็กเล็กควรให้ตอบโดยกดแป้นคีย์เพียง 1-2 คีย์ แต่ผู้เรียนในระดับสูงที่ต้องใช้ความคิดมาก ๆ ควรใช้แป้นคีย์มากกว่า 1 คีย์
- 2.6) ผู้เรียนในระดับสูง ถ้าให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบเอง ต้องเขียนโปรแกรมให้สามารถรับคำตอบ ซึ่งบางครั้งอาจมีการสะกดผิด และคำตอบที่ไม่คาดคิดมาก่อน
- 2.7) นอกจากการประเมินโดยคอมพิวเตอร์ อาจให้มีการประเมินผลโดยเพื่อนนักเรียนด้วยกัน หรือครู โดยใช้สมุดแบบฝึกหัด

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับในตอนไหนนั้น จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ถ้าเป็นบทเรียนที่เกี่ยวกับความจำควรให้ทุกครั้ง แต่ถ้าเป็นการเรียนในระดับสูง หรือเป็นนามธรรม ก็ควรให้ในตอนท้ายของบทเรียน โดยมีหลักการให้ข้อมูลย้อนกลับดังต่อไปนี้

- 3.1) ต้องให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนตอบคำถาม
- 3.2) หลีกเลี่ยงข้อมูลย้อนกลับชนิด ถูก/ผิด เพราะเป็นเพียงการยืนยันคำตอบ
- 3.3) เมื่อนักเรียนตอบถูก ต้องให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ทราบว่าคำตอบนั้นถูกและทำไมจึงถูก และให้ข้อมูลย้อนกลับ เมื่อนักเรียนตอบผิดว่าคำตอบนั้นผิด ทำไมจึงผิด และคำตอบที่ถูกต้องคืออะไร
- 3.4) เมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิด ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบคำถามเดิมอีกครั้ง ถ้าผู้เรียนยังตอบผิดอีก ก็บอกคำตอบที่ถูกต้อง และอธิบายว่าทำไมจึงถูก
- 3.5) ควรจัดข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนที่เรียนอ่อนควรให้ข้อมูลย้อนกลับแบบที่มีการอธิบายเพิ่มเติม และมีการช่วยเหลือหรือกระตุ้น
- 3.6) การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดี ไม่ควรให้ซ้ำ ๆ เหมือน ๆ กัน หรือให้เป็นแบบแผนตายตัว แต่ควรปรับเปลี่ยนให้แตกต่างกันออกไป
- 3.7) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีลักษณะเป็นการเสริมสร้าง คือ มีทั้งข้อมูล และความน่าสนใจมากกว่าเป็นข้อเสนอแนะหรือการติชมอย่างง่าย ๆ

4. การควบคุมบทเรียน

การควบคุมบทเรียนก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างที่มีความจำเป็นต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยหลักการควบคุมบทเรียนมีหลักการดังต่อไปนี้

- 4.1) ควรมีการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ได้คะแนนสูงสามารถเลือกวิธีเรียนและระดับความยากง่ายของบทเรียนได้ แต่นักเรียนที่ได้คะแนนการทดสอบก่อนเรียนต่ำ ควรให้เรียนไปตามลำดับขั้นตอนของบทเรียน
- 4.2) ควรมีคำแนะนำให้กับผู้เรียนเกี่ยวกับตัวเลือกในการควบคุมบทเรียนก่อนการเรียน
- 4.3) จัดระดับความยากง่ายของคำถามให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ และผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยเรียงคำถามจากง่ายไปหายาก และคำนึงถึงชนิดของเนื้อหาและความสัมพันธ์ของเนื้อหาด้วย
- 4.4) ควรมีตัวอย่างคำถามและคำตอบในบทเรียน และไม่ควรให้ผู้เรียนข้ามกรอบตัวอย่าง
- 4.5) เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกจำนวนคำถามตามความต้องการได้ และหลังจากตอบคำถามแบบฝึกหัดแต่ละข้อแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะทำแบบฝึกหัดข้อต่อไป หรือเลือกที่จะเรียนเรื่องต่อไป
- 4.6) นักเรียนสามารถเลิกหรือเริ่มบทเรียนได้ทุกขณะ เช่น ในขณะที่กำลังทำแบบฝึกหัด นักเรียนสามารถหยุดและกลับไปยังบทเรียนได้
- 4.7) หลังจบบทเรียนแล้ว ควรแสดงคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียน

2.4.7 ขั้นตอนการพัฒนาและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นการบูรณาการ 'ศาสตร์' เข้าด้วยกัน เช่น การพัฒนาการเรียนการสอนจิตวิทยาการเรียนรู้ การสื่อสาร บทเรียนโปรแกรม วิธีระบบ ตลอดจนหลักการและเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ (ยีน ภูววรรณ, 2531) ซึ่ง 'ศาสตร์' ดังกล่าวก็คือ พื้นฐานทางเทคโนโลยีทางการศึกษานั้นเอง มีผู้เสนอแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้มากมาย ยกตัวอย่างเช่น

อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530) ได้สรุปแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้

11 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการเลือกเนื้อหา และกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป
2. ขั้นของการวิเคราะห์ผู้เรียน
3. ขั้นการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. ขั้นวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งแยกออกเป็นตอน
5. ขั้นตอนออกแบบบทเรียนโปรแกรม
6. ขั้นของการสร้างบทเรียนโปรแกรมตามแบบ
7. ขั้นการลงมือเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

8. ขั้นการป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์
9. ขั้นการทดลองหาประสิทธิภาพ
10. ขั้นการนำไปใช้
11. ขั้นประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข

Alessi and Trollip (1985) ได้วางแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้

8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน
2. รวบรวมเอกสารต่าง ๆ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น
3. ระดมความคิดจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อที่จะจัดทำเป็นบทเรียน
4. สรุปลงเป็นบทเรียนของตนเอง
5. ผลิตบทเรียนเป็นกรอบภาพลงบนกระดาษ
6. เขียนผังงานของบทเรียน
7. ลงมือเขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
8. ประเมินคุณภาพ และประสิทธิภาพของบทเรียน

Kemp (1975) สรุปขั้นตอนการพัฒนาบทเรียน ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 8 ขั้นตอน คือ

1. จัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จะใช้งาน
2. ออกแบบและเขียนผังงานตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการสอน
3. พัฒนาคำถามที่จะใช้สำหรับทบทวนและเสนอแนะ
4. วางแนวคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. ลงมือเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มความสนใจให้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคนิคทางด้านกราฟิกและด้านเสียง

เสียง

7. จัดเตรียมวัสดุและสิ่งพิมพ์ที่จะใช้ประกอบบทเรียน
8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

Romiszowski (1986) เสนอขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 7 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ
2. การวิเคราะห์พฤติกรรมเป้าหมายของผู้เรียนที่ต้องการและกฎเกณฑ์เพื่อสร้างรูปแบบบทเรียน
3. การออกแบบบทเรียน
4. การสร้างบทเรียนตามที่ได้ออกแบบเอาไว้
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่เหมาะสม
6. การทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียน
7. ประเมินผลความเที่ยงตรงทั้งทางด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์ และด้านการสอน

ในส่วนของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น (ไพโรจน์ ตริณชนากุล, 2528) กล่าวไว้ดังนี้ คือ

1. ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างบทเรียนว่าเป็นอย่างไร ใช้เวลาสอนปกตินานเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ขนาดไหน ความพร้อมทางด้านอื่นของผู้เรียนมีอะไรบ้าง นอกจากนี้ผู้สอนยังต้องศึกษาประสบการณ์การสอนของตนเองและของคนอื่น ๆ เพื่อนำมาประกอบการใช้บทเรียนโปรแกรมและใช้ในการวางแผนต่อไป

2. การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเขียนขึ้นเอง โดยต้องเขียนให้ครบถ้วนทุก ๆ วัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิชานั้น ๆ

3. เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นมาเรียงลำดับ และมีการกำหนดคำถามเพื่อนำร่อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ต่อไป

4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดเป็นแผนภูมิ โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่จัดไว้ นำมาประกอบการวิเคราะห์ จัดเรียงเรียงเนื้อหาให้อยู่ในระบบความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเนื้อหาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปแผนภูมิที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์

5. จัดแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อย เนื่องจากการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นการเรียนรายบุคคล ไม่มีครูสอน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนโดยที่แต่ละหน่วย ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย ไม่เกิดความสับสนและผู้เรียนสามารถติดตามผลอย่างต่อเนื่อง

6. การสร้างข้อความแต่ละกรอบตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ ข้อความเหล่านั้นต้องกระชับรัดกุมเป็นประโยคที่ง่ายต่อการเข้าใจ ข้อความแต่ละกรอบต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบโดยที่ตอนหรือแต่ละมโนเมติ ต้องประกอบด้วยกรอบหรือข้อความต่าง ๆ 4 ชนิด คือ

6.1) กรอบหลัก (Set Frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูล โดยผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ในเรื่องที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

6.2) กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัด หลังจากได้รับข้อมูลจากกรอบหลัก

6.3) กรอบรองส่งท้าย (Sub-Terminal Frame) เป็นกรอบที่เขียนก่อนถึงกรอบส่งท้าย เพื่อแก้ไขการเข้าใจผิดหรือที่ตอบผิดต่าง ๆ ก่อนจะไปสู่กรอบส่งท้าย เป็นกรอบที่จะเสริมกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น แต่บางครั้งอาจข้ามกรอบนี้ไปเลยก็ได้

6.4) กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบ โดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

7. เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เมื่อเขียนเสร็จแล้ว ต้องบรรจุลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการแปลงรหัสเพื่อควบคุมการทำงานอีกทีหนึ่ง โดยเฉพาะที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบ Generative แต่ถ้าเป็นแบบ Authoring System ผู้สร้างก็ไม่ต้องกังวลเรื่องการสร้างรหัสควบคุม เพราะในโปรแกรมแบบนี้ได้สร้างโปรแกรมควบคุมไว้อย่างดีแล้ว

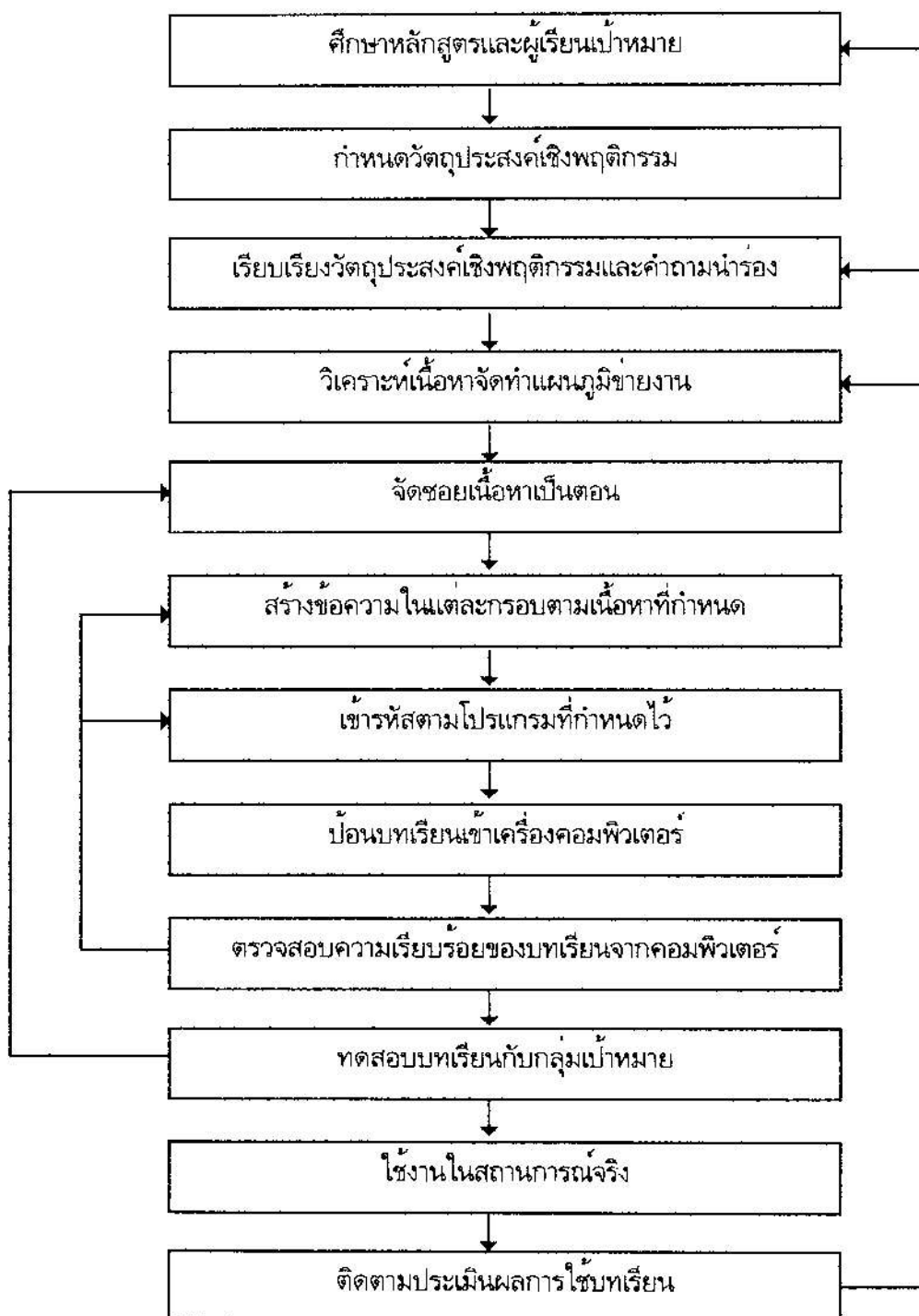
8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้น ๆ

9. ตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ หลังจากมีการป้อนบทเรียนหรือข้อมูลต่าง ๆ เข้าไปในคอมพิวเตอร์แล้วจะต้องมีการตรวจสอบความเรียบร้อยของการทำงานของโปรแกรมและแก้ไขปรับปรุงให้เรียบร้อย

10. ทำการทดสอบบทเรียน เมื่อสร้างบทเรียนเสร็จแล้ว จะต้องมีการนำบทเรียนไปทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

11. ทดลองใช้กับสถานการณ์จริง หลังจากที่มีการทดสอบหาประสิทธิภาพและมีการปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

12. การติดตามผลการเรียนเมื่อมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้แล้วจะต้องมีการติดตามผลเพื่อที่จะได้ทราบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมานั้น ใช้ได้ผลคุ้มค่ามากน้อยเพียงใดและมีข้อบกพร่องหรือไม่ เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไข และเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ต่อไป



ภาพที่ 8 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือที่เรียกว่า Instructional Computing Development (พิทักษ์ ศีลรัตน, 2531; ศิริชัย สงวนแก้ว, 2534) ได้สรุปและแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

1. ขั้นการออกแบบ (Instructional Design)
2. ขั้นการสร้าง (Instructional Development)
3. ขั้นการประยุกต์ใช้ (Instructional Implementation)

1. ขั้นการออกแบบ (Instructional Design)

เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบการทำงานของโปรแกรมโดยเน้นหลักจิตวิทยา วิธีการสอน การวัดผล ประเมินผล ซึ่งจะต้องมีกิจกรรมร่วมกันพัฒนา ดังนี้

1.1) วิเคราะห์เนื้อหา ครูผู้สอนจะต้องประชุมปรึกษา และทำการเลือกสรรเนื้อหาวิชาที่จะนำมาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

- 1.1.1) เนื้อหาที่มีการฝึกทักษะทำซ้ำบ่อย ๆ ต้องมีภาพประกอบ
- 1.1.2) เนื้อหาที่คิดว่าจะช่วยประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม
- 1.1.3) เนื้อหาบางอย่างที่สามารถจะจำลองอยู่ในรูปของการสาธิตได้ โดยหากทำการทดลองจริง ๆ อาจจะมีอันตราย หรือต้องใช้วัสดุสิ้นเปลือง หรืออุปกรณ์ที่มีราคาแพง

1.2) ศึกษาความเป็นไปได้ เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ ทั้งนี้เพราะแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีความสามารถเพียงไร แต่ก็มีข้อจำกัดในบางเรื่อง ดังนั้นเมื่อผู้สอนได้เลือกเนื้อหาและวิเคราะห์ออกมาแล้วว่า เนื้อหาตอนใดที่จะทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็จำเป็นที่จะต้องมาปรึกษากับฝ่ายเทคนิคหรือผู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยมีข้อพิจารณา คือ

- 1.2.1) มีบุคลากรที่มีความรู้พอที่จะพัฒนาโปรแกรมบทเรียนได้ตามความต้องการหรือไม่
- 1.2.2) ใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนามากเกินกว่าการสอนแบบธรรมดา หรือพัฒนาด้วยสื่อการสอนแบบอื่นหรือไม่
- 1.2.3) ต้องการอุปกรณ์พิเศษต่อเพิ่มเติมจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่
- 1.2.4) มีงบประมาณเพียงพอหรือไม่

1.3) กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรม โดยระบุสิ่งต่อไปนี้

- 1.3.1) ก่อนที่จะใช้โปรแกรม ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้าง
- 1.3.2) สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนว่าควรจะได้รับความรู้อะไรบ้าง หลังจากการใช้โปรแกรม

1.4) ลำดับขั้นตอนการทำงาน นำเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์และสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนมาผสมผสานเรียงลำดับ วางแผนการเสนอในรูปของ Story Board หรือ Flowchart โดยเน้นในเรื่องต่อไปนี้

- 1.4.1) ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
- 1.4.2) ขนาดของข้อความในหนึ่งจอภาพ
- 1.4.3) ขนาดของตัวอักษรที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
- 1.4.4) การเสริมแรงต่าง ๆ ในบทเรียน
- 1.4.5) จิตวิทยาการเรียนรู้ การชี้แนะ
- 1.4.6) แบบฝึกหัด การประเมินผลความสนใจ

โดยหลังจากทำ Story Board เสร็จแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์ วิวิจารณ์ เพื่อเพิ่มเติมแก้ไข หรือตัดทอน จนเกิดความพอใจจากกลุ่มผู้สอน

2. ขั้นการสร้าง (Instructional Development)

เป็นหน้าที่ของนักคอมพิวเตอร์ หรือผู้สอนที่มีความสามารถในการเขียนโปรแกรม โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

2.1) สร้างโปรแกรม โดยนำเนื้อหามาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาหนึ่ง หรือโปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนโดยเฉพาะ ตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจจะผิดพลาด

- 2.1.1) รูปแบบคำสั่งผิดพลาด (Syntax Error) ใช้คำสั่งผิด
- 2.1.2) แนวคิดผิดพลาด (logical Error) เข้าใจขั้นตอนการทำงานผิด

2.2) ทดสอบการทำงาน หลังจากตรวจสอบข้อผิดพลาดแล้ว ก็นำไปให้ผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องของการแสดงผลทางจอภาพ แก้ไขในบางส่วนแล้วนำไปทดสอบกับผู้เรียน เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม แล้วนำข้อมูลกลับมาปรับปรุงอีกครั้ง

2.3) ปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงแก้ไขต้องเปลี่ยนแปลงที่ตัวต้นฉบับก่อน แล้วจึงแก้ไขที่โปรแกรม และนำไปทดสอบการทำงานใหม่ ถ้ายังมีข้อบกพร่องก็ต้องนำมาแก้ไขซ้ำจนกว่าจะเป็นที่พอใจของทุกฝ่าย แล้วจึงนำไปใช้งาน และควรมีการจัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

2.3.1) คู่มือนักเรียน

- ก) บอกชื่อเรื่อง ชื่อวิชา และระดับชั้น
- ข) วัตถุประสงค์ของบทเรียน
- ค) จุดประสงค์ทั่วไป และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ง) โครงสร้างเนื้อหา หรือบทสรุปของเนื้อหาในบทเรียน
- จ) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนการเรียนรู้
- ฉ) แสดงตัวอย่างกรอบภาพในบทเรียนและคำชี้แจงในส่วนที่จำเป็น
- ช) กิจกรรม กฎเกณฑ์ และข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการเรียน หรือ การทดสอบ
- ฉ) ระยะเวลาในการเรียนโดยประมาณ

2.3.2) คู่มือครู

- ก) โครงร่างของเนื้อหา
- ข) จุดประสงค์ของโปรแกรมที่ใช้สอน
- ค) ใช้สอนวิชาอะไร ตอนไหน สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์หลักอย่างไร ผู้สอนควรมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้าง
- จ) เสนอแนะกิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการเรียน
- ฉ) ให้ตัวอย่างเพื่อชี้แนะให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยได้อย่างไร ช่วงไหนในวิชานั้น ๆ
- ช) เสนอแนะแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมจากบทเรียน
- ซ) ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ และหลังการเรียนรู้พร้อมคำเฉลย

2.3.3) คู่มือการใช้เครื่อง

- ก) ชื่อโปรแกรม ผู้เขียนโปรแกรม ลิขสิทธิ์ วันแก้ไขปรับปรุง
- ข) ภาษาที่ใช้ ไฟล์ต่าง ๆ ขนาดของโปรแกรม
- ค) หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถใช้โปรแกรมนี้ได้ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ประกอบ
- ง) วิธีการใช้โปรแกรมเป็นขั้น ๆ
- จ) คำสั่งต่างๆ ที่ต้องใช้กับโปรแกรม
- ฉ) แผนภูมิ Flowchart ของโปรแกรม
- ช) ตัวอย่างการป้อนข้อมูล และการแสดงผล
- ซ) ข้อมูลจากการทดสอบโปรแกรมกับกลุ่มตัวอย่าง

3. ขั้นการประยุกต์ใช้ (Instructional Implementation)

เป็นการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและประเมินผล โดยนักคอมพิวเตอร์กับผู้สอน จะต้องประเมินผลร่วมกันว่า โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไร สมควรที่จะใช้งานในการเรียนการสอนหรือไม่ อย่างไร ซึ่งประกอบด้วยประเด็นสำคัญต่อไปนี้ คือ

3.1) ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน เป็นการนำโปรแกรมไปใช้ในการเรียนการสอน จะต้องทำตามข้อกำหนดสำหรับการใช้โปรแกรม เช่น

3.1.1) โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับสาธิตทดลอง ผู้สอนควรให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรมก่อนที่จะเข้าห้องทำการทดลองจริง ๆ

3.1.2) โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับการเสริมการเรียนรู้ ควรจะมีกิจกรรมชั่วโมงสำหรับการใช้โปรแกรม

3.1.3) โปรแกรมที่ใช้เป็นสื่อเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งชั้น อาจจะต้องต่ออุปกรณ์ในการขยายต่อภาพไปสู่จอขนาดใหญ่ เพื่อที่ผู้เรียนจะสามารถเห็นได้ทั้งชั้น

3.2) ประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างได้ไว้ โปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้นเป็นอย่างไร สมการที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

3.2.1) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบ เพื่อที่จะประเมินว่าหลังจากที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นแล้ว ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ได้ออกไว้หรือไม่ โดยที่ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน วัดความเข้าใจในเนื้อหา ถ้าผลการทดสอบติดลบหรืออัตราการทำผิดสูงเกินกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ก็แสดงว่าผู้เรียนไม่ได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติมอย่างใด จะต้องมีการปรับปรุงต้นฉบับ หรือวัตถุประสงค์นั้นใหม่

3.2.2) การประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อที่จะประเมินในส่วนของโปรแกรมและการทำงาน ว่าการใช้โปรแกรมกับเนื้อหาวิชานี้มีความเหมาะสมหรือไม่ ทักษะคติของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นอย่างไร วิธีการใช้โปรแกรมยากง่ายอย่างไร วิธีการนำเสนอบทเรียนมีความถูกต้อง เนื้อหาเอกสารประกอบคู่มือผู้สอน และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเหมาะสม

ไพโรจน์ ตรีธนนากุล (2528) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ประกอบการสร้างดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่จะสร้าง จะต้องมีความเหมาะสม ทันสมัย และเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนปัจจุบัน
2. ไม่ควรสร้างบทเรียนซ้ำกับผู้อื่น หรือที่มีขายสำเร็จรูปตามท้องตลาด
3. บทเรียนที่สร้างขึ้นคุ้มค่ากับเวลาและการลงทุน ลดภาระการสอนได้จริงหรือไม่
4. ควรมีจำนวนผู้ที่จะได้เรียนหรือผู้ที่จะได้ใช้จำนวนมากพอ
5. การสร้างบทเรียนจะต้องสามารถสร้างให้เสร็จในเวลาที่กำหนด
6. การวัดผลจะเกิดปัญหาต่อเนื่องหรือไม่อย่างไร
7. ควรเลือกรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย
8. ผู้สร้างควรมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะในการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างแท้จริง

2.4.8 การทดลองใช้และการปรับปรุงแก้ไข

การทดลองใช้และการปรับปรุงแก้ไขในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีจุดมุ่งหมายอยู่ 2 ประการ คือ

1. เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เพื่อให้ได้แนวคิดในการทดลองใช้และการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ถูกต้องและเหมาะสม แนวคิดที่เกี่ยวข้องนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 แนวคิด ดังนี้ คือ

แนวคิดที่ 1 บอร์ก (Borg, 1979) ได้อธิบายถึงการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนสอนต่างๆ ไปไว้ 3 ขั้นตอนต่อไปนี้

1. การทดสอบภาคสนามเบื้องต้นและการปรับปรุงแก้ไข (Preliminary Field Testing and Revision) จากโรงเรียน 1-3 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 5-12 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของสื่อด้วยวิธีการสอบถามความคิดเห็น

2. การทดสอบภาคสนามครั้งสำคัญและการปรับปรุงแก้ไข (Main Field Testing and Revision) จากโรงเรียน 5-15 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 30-100 คน มีจุดมุ่งหมายก็เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและการทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อไปพร้อม ๆ กัน โดยอาศัยรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง หากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าสื่อที่พัฒนามีประสิทธิภาพก็จะปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องเพื่อที่จะนำไปใช้ทดลองในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป แต่ถ้าหากไม่มีประสิทธิภาพก็จะดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างใหม่อีก จนกว่าจะมีประสิทธิภาพ

3. การทดสอบภาคสนามเชิงปฏิบัติ และการปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้าย (Operational Field Testing and Final Revision) จากโรงเรียน 10-30 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 40-200 คน มีจุดมุ่งหมายก็เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของสื่อจากการทดลองใช้ในสถานการณ์จริง กล่าวคือ การทดลองใช้สื่อ ขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาสื่อจะไม่เข้าไปเกี่ยวข้องด้วย แต่จะอาศัยผู้ประสานงานดำเนินการแทน ข้อมูลที่ได้รวบรวมจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อหาข้อบกพร่องเป็นครั้งสุดท้าย ก่อนที่จะนำไปใช้จริงให้เกิดประโยชน์ต่อไป

แนวคิดที่ 2 เมเยอร์ (Mayer, 1984) (อ้างถึงในจักรภพ ศรีงาม, 2539) ได้อธิบายถึงการทดลองใช้และการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกด้วยตนเองไว้ 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การพิจารณาจากกลุ่มเพื่อน (Judgement by Peers) โดยให้ศึกษาชุดฝึกทีละชุด และหลังจากการศึกษาผู้พัฒนาชุดฝึกจะสอบถามความคิดเห็นทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับชุดฝึก หลังจากนั้นจึงร่วมกันพิจารณาหาข้อบกพร่องเป็นรายหน้าและหลังจากนั้นให้ผู้ศึกษาชุดฝึกตอบแบบสอบถาม เพื่อที่จะนำไปพิจารณาหาข้อบกพร่องต่อไป

2. การทดลองกับกลุ่มเล็ก (Trial With Small Group) จากอาสาสมัครประมาณ 3-5 คน จะมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน หลังจากศึกษาเสร็จ ผู้ศึกษาชุดฝึกจะร่วมกันอภิปรายชี้แจงถึงข้อที่บกพร่องของชุดฝึก เพื่อการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3. การทดลองกับชั้นเรียนที่เป็นตัวแทน (Trial With Representative Class or Classes) โดยการดำเนินการคล้ายกับขั้นที่ 2 คือให้มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แต่เนื่องจากการทดลองในขั้นตอนนี้จะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนมาก จึงไม่สะดวกต่อการสัมภาษณ์หรือการอภิปราย ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจึงได้จากแบบสอบถาม และนำมาวิเคราะห์เพื่อที่จะหาข้อบกพร่องของสื่อเพื่อทำการปรับปรุงอีกครั้งต่อไป

แนวคิดที่ 3 เอสปีช และวิลเลียมส์ (Espich and Williams, 1976) ได้อธิบายถึงการทดลอง ไข่และการปรับปรุงแก้ไขสื่อการสอนและบทเรียนสำเร็จรูปไว้ 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การทดสอบทีละคน (One to One Testing) จากกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนในระดับต่ำกว่าปานกลางเล็กน้อย 2-3 คน ให้ศึกษาสื่อที่พัฒนาขึ้นและหลังจากที่ศึกษาเสร็จ ผู้ที่พัฒนาสื่อจะทำการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของสื่อจากกลุ่มตัวอย่างนั้น

2. การทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ขั้นนี้จะใช้ผู้ทดลองเป็นกลุ่มประมาณ 5-8 คน ดำเนินการคล้ายขั้นตอนที่ 1 แต่จะให้ได้รับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย เพื่อที่จะได้นำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อ โดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่ง 80 ตัวแรกหมายถึงคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ 80 หรือสูงกว่า 80 ส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึงผู้เรียนร้อยละ 80 ของทั้งหมดสามารถทำข้อสอบได้ถูกต้อง และหากผลของการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ก็จะดำเนินการตามวิธีการเก็บกับกลุ่มตัวอย่างใหม่จนกว่าจะได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. การทดสอบภาคสนาม (Field Testing) เป็นการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชากรเป้าหมายจริง โดยที่ผู้พัฒนาสื่อจะไม่เข้าไปเกี่ยวข้องกับการทดลองด้วย แต่จะอาศัยผู้สอนดำเนินการแทนโดยใช้วิธีการดำเนินการเช่นเดียวกับวิธีการในขั้นตอนที่ 2

2.4.9 คุณสมบัติที่ดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมทำให้ทราบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอน ดังนี้ (นิตยา กาญจนวรรณ, 2526; สมชาย ทยานง, 2526; ศิริพร สาเกทอง, 2527; ไพโรจน์ ตริณธนากุล, 2528; นาพินท์ อนันตรศิริชัย, 2530; ทักษิณา สวณานนท์, 2530; วารินทร์ รัชมีพรหม, 2531; ยุทธศักดิ์ จันณรงค์, 2534; Friedman, 1974)

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน สามารถควบคุมอัตราเร่งของการเรียนได้โดยคำนึงถึงหลักของความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายาก จนกว่าจะบรรลุจุดประสงค์ของการเรียน ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้

3. มีความสะดวกในการทบทวนบทเรียน ทำให้ผู้เรียนมีความแม่นยำในเนื้อหาวิชาที่ ได้เรียนมา

4. ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลาในการเรียน นักเรียนสามารถเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ให้คุณภาพการสอนที่คงตัว

5. ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง มีการวัดประเมินผลไปพร้อมกัน

6. สร้างทัศนคติที่ดีของผู้เรียนต่อการเรียน เพราะผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนของตนเอง ทำให้ได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียน ทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน

7. ทำในสิ่งที่สื่ออื่น ๆ ไม่สามารถทำได้ เช่น การตัดสินใจที่จะเสนอเนื้อหาใหม่ หรือการตัดสินใจให้ผู้เรียน เรียนซ้ำในเนื้อหาเดิม
 8. ช่วยลดเวลาในการสอนของครู ไม่ต้องเสียเวลาในการฝึกสอนทักษะบางประการ ผู้เรียนสามารถฝึกได้จากคอมพิวเตอร์แทน นอกจากนี้ผู้สอนยังมีเวลาพัฒนาความสามารถทางวิชาการของตนเองได้มากขึ้น
 9. สามารถให้การเสริมแรงได้รวดเร็วและมีระบบ โดยการให้ผลย้อนกลับทันทีในรูปแบบของ คำอธิบาย สีสน ภาพเคลื่อนไหวและเสียง ทำให้ดูเหมือนของจริงและเข้าใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี
 10. ผู้เรียน เรียนได้ดีและเร็วกว่าการสอนปกติ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยนักเรียนที่มีปัญหาโดย จัดโปรแกรมเสริมในส่วนที่เป็นปัญหาหรือให้เสริมความรู้ให้กับผู้เรียนที่เรียนเร็วโดยไม่ต้องคอยเพื่อน ลดปัญหาระหว่างครูกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน
 11. ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ จะเพิ่มความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น
 12. ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูล เรื่องราว ภาพบทเรียนที่สร้างขึ้นแสดงบนจอภาพ คำนวน เก็บความลับของผู้เรียน และการสอนที่เชื่อถือได้ทุกครั้งแก่ผู้เรียน
- จากคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เราจึงนำมาใช้ในการสร้างบทเรียนที่จะทำให้ผู้เรียน มีแรงจูงใจในการเรียน เพื่อจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนรู้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้

2.4.10 การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นารี วงศ์โรจนกุล, 2536 (อ้างถึงในเอกพงษ์ คงวรรณ, 2538) ได้กล่าวถึงการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นโปรแกรมที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียน ดังนั้นส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาความรู้ วิธีการสอน วิธีการเข้าสู่บทเรียน ลี จึงจะต้องถูกต้องและเหมาะสมกับนักเรียน กิจกรรมการประเมินจึงมีหน้าที่ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีจำหน่าย แล้วแจ้งให้โรงเรียนต่าง ๆ ทราบเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกซื้อได้ถูกต้องตามจุดประสงค์ ซึ่งจะประเมินในเรื่องที่สำคัญดังนี้

1. วัตถุประสงค์ พิจารณาว่า บทเรียนมีการกำหนดวัตถุประสงค์หรือไม่ วัตถุประสงค์ที่กำหนด ควรมีค่าทางการศึกษาและเป็นวัตถุประสงค์ที่เป็นไปได้ ใช้วัดผลได้
2. เนื้อหา เนื้อหาที่แสดงนั้นถูกต้องและมีคุณค่า สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการเหมาะสมกับวัยวุฒิ คุณวุฒิของกลุ่มเป้าหมาย
3. การนำเสนอ ควรมีรูปแบบที่น่าสนใจ มีกลวิธีทำให้ผู้ใช้ได้รับความรู้ ดึงดูดความสนใจง่ายต่อการใช้ เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย
4. การวัดผล ควรวัดผลหลังจากการใช้บทเรียนว่าได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ หรือไม่

5. เอกสารประกอบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรมีเอกสารประกอบการใช้เพื่อ บอกรายละเอียดทั้งหมด เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ กลุ่มเป้าหมาย วัตถุประสงค์ วิธีการใช้ กลวิธีการสอน และสื่อที่ใช้

2.4.11 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลังจากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จแล้ว ก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try out) ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้และปรับปรุงแก้ไขให้ได้ มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (สุโขทัยธรรมาธิราช, 2527; เสาวณี สีขำบัณฑิต, 2528) ดังมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้คือ

1. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนได้

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการ ประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประการคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนการทำแบบฝึกหัด การประกอบกิจกรรม ของนักเรียนทั้งหมด ต่อ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของ นักเรียนทั้งหมด นั่นคือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หรือ E1 / E2

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E1/E2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง กับความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70, 75/75 (สุโขทัยธรรมาธิราช, 2527)

2. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เราจะคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้โดยใช้สูตร (เสาวณี สีขำบัณฑิต, 2528)

$$E1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$E2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในทุกกรอบแบบฝึกหัดของบทเรียนให้ถูกต้อง
	E2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง
	$\sum X$	แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด
	$\sum F$	แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน จำนวนนักเรียน
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบเนื้อหาบทเรียน และการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา การพัฒนาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าประสิทธิภาพอันจะเป็นตัวชี้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพควรค่าแก่การนำมาใช้ในการเรียนการสอน เช่นในงานวิจัยของ

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อมโลหะ 1 ซึ่งได้นำไปทดลองกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2537 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 88.50 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 82.17 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพในการนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษา เพราะเห็นว่าเมื่อได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วนักเรียนได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

ณรงค์ คำใหม่ (2538) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พื้นที่สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองแสงวิทยศึกษา อำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 รวม 42 คน ทดลองแบบ 1:1 กับนักเรียน 3 คน

ทดลองแบบกลุ่มเล็กกับนักเรียน 9 คน และทดลองภาคสนามกับนักเรียน 30 คน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนที่สร้างขึ้นเป็นโปรแกรมแบบเส้นตรงมีจำนวน 35 กรอบ ผลการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.33/81.83 มีค่าดัชนีประสิทธิผล .68 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีความก้าวหน้าบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

อาทิตย์ จีรวฒนผล (2538) ได้ทำการค้นคว้าอิสระเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 93.91 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.41 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีคุณค่า และมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้เพื่อการเรียนการสอนช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

สมศักดิ์ ดั่งอิม (2539) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง Article สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนขามแก่นนคร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ผลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.25/80.17 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ได้เหมือนกับเรียนกับครูผู้สอนโดยตรง และสามารถสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นอยากเรียน ได้รับความสนุกสนานตื่นเต้น และยังพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาเรียนน้อยกว่าการเรียนปกติในชั้นเรียน

ชัยวุฒิ สารสินธุ์ (2540) ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาศีลศาสตร์ของปาก 2 เรื่องการถอนฟัน และได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 42 คน ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.30/80.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่อง การถอนฟันได้ดี

จากงานศึกษาวิจัยที่ได้นำมาเสนอไว้ข้างต้นนี้ พอจะสรุปให้เห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่สร้างขึ้นแล้วทำการหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนที่ถูกต้องและได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้นั้น เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน มีประโยชน์ต่อทั้งตัวผู้เรียน และผู้สอน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนับว่าเป็นหัวใจหลักสำหรับการศึกษายุคใหม่ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ผ่านการทดลองใช้มีความก้าวหน้าบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้เหมือนกับการเรียนกับครูผู้สอนโดยตรง

ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงมีความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้า และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหา และยังเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป