

เอกสารและวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้องในการวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับในขนาดต่างกัน” ผู้วิจัยได้ศึกษาทั้งด้านทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเสนอตามหัวข้อดังนี้

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การสร้างและการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การให้ผลป้อนกลับ
6. รูปแบบการให้ผลป้อนกลับ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปหลายชื่อ เช่น ซีเอไอ (CAI ย่อมาจากคำว่า Computer Assisted Instruction) ซีเอแอล (CAL ย่อมาจากคำว่า Computer Assisted Learn และ ซีบีอี (CBE ย่อมาจากคำว่า Computer Based Education) ได้มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังต่อไปนี้

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนหมายถึงเครื่องมือที่ช่วยครูในการเรียนการสอน ครูบรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู”

วีระ ไทยพานิช (2527 : 10) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง “วิธีการเรียน ซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหา เรื่องราว เป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบ Interactive ระหว่างนักเรียนและคอมพิวเตอร์”

ยีน กัวร์วรรณ (2529 : 114) ได้ให้ความหมายไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นทางการมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน”

ถนอมพร ตันพิพัฒน์ (2529 : 3) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ “การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอน โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอน และผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันจะพบว่าการนำสื่อประสมหรือมัลติมีเดีย (Multimedia) เข้ามาช่วยในการเสนอเนื้อหา”

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206) กล่าวว่า

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียน การสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการวัดผล นักเรียนแต่ละคน จะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง เรียกโปรแกรมสำเร็จรูป ที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย เป็นบทเรียน หรือเป็นการแสดงรูปภาพ

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) ได้ให้ความหมายว่า

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยเนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า คอร์สแวร์ (Courseware) ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือและกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียนตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ฉลอง ทับศรี (2535 : 1) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า “เป็นบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเองเป็นหลัก”

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ (ทักษิณา สวานานนท์ 2536 : 88) ได้ให้ความหมาย “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึงการสร้างโปรแกรมบทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งสามารถเรียนได้ด้วยตนเองและเป็นรายบุคคล ถือว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอน แต่ไม่ใช่ครู ผู้สอน”

ซินน์ (K.L.Zin 1976 : 268) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่ผู้เรียน และบางทีก็ช่วยผู้เรียนในด้านการได้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน”

พรีนิส (Prenis 1977 : 20) ได้ให้ความหมายไว้ว่า

คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนเป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน ในขณะที่มีการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้แก่ผู้เรียนได้

สเปนเซอร์ (Spencer 1977 : 50) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียน การสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้น อยู่กับตัวของผู้เรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถ ตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของผู้เรียนแต่ละคนได้

สิปเปิลต์ (Sipple 1981 : 77) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง เครื่องมือที่ถูกนำมาช่วยในการเรียนของผู้เรียน การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบระหว่างผู้เรียน และขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถบอกที่บกพร่องของผู้เรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด”

ครรรชิต มาลัยวงศ์ (2532 : 60-62) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสรุปว่าประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. คำอธิบายเนื้อหาวิชาแบบสั้น ๆ อาจมีตัวอย่างประกอบเป็นรูปหรือเป็นวิธีคำนวณ
2. คำถามทบทวนเนื้อหา เพื่อทดสอบว่า ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ได้อธิบายให้ดูในตอนต้นหรือไม่ คำถามนี้ส่วนมากเป็นแบบปรนัย คือมีคำตอบให้เลือกตอบว่าเป็นข้อ ก. ,ข. ,ค. หรือ ง.

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือเครื่องมือที่เป็นสื่อเข้ามาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหา บทเรียน และฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์ แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บางบทเรียน การเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์ จะถูกดำเนินไป อย่างเป็นระบบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยสนองความแตกต่างของความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียนได้อีกด้วย

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ถูกนำไปใช้ในการเรียนการสอน โดยแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามรูปแบบดังนี้

1. โปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) เป็นการนำเสนอเนื้อหา จะเริ่มจำให้บทนำซึ่งเป็นการให้จุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นจะให้เนื้อหาสาระ หรือความรู้แก่ผู้เรียนตามลำดับ ตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้ โดยผู้เรียนจะต้องตอบคำถาม และโปรแกรมจะตัดสินใจคำตอบเพื่อประเมินผลนักเรียน

2. การฝึกทักษะและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นกระบวนการสอนที่ง่ายที่สุด โดยการใช้ทฤษฎีเสริมแรงในการสอนมโนทัศน์และทักษะ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยชุดของคำถามหรือแบบฝึกหัด เช่นเดียวกันกับในหนังสือแบบฝึกหัด (Work Book) แบบฝึกหัดนี้จะมีการเสริมแรงทุก ๆ คำตอบที่ถูกต้อง และส่วนใหญ่มักเป็นการฝึกปฏิบัติวิชาคณิตศาสตร์ การแปลภาษาต่างประเทศและการสร้างคำศัพท์กับรูปประโยค โปรแกรมที่ได้ปรับปรุงให้ซับซ้อนขึ้น มีการฝึกปฏิบัติให้เป็นไปอย่างเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เป็นการเคลื่อนไหวและเลียนแบบของจริง เช่น เรียนการขับเครื่องบินด้วยโปรแกรมสถานการณ์จำลองของคอมพิวเตอร์ เรียนการบริหารธุรกิจขนาดเล็ก การควบคุมและการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ของระบบนิวเคลียร์เพื่อป้องกันการถูกรัง การควบคุมระบบการใช้อาวุธร้ายแรงและการทำงานในการขุดเจาะน้ำมัน สิ่งที่ค่อนข้างซับซ้อนและเคลื่อนไหวเหล่านี้ จะเสียค่าใช้จ่ายในการเรียนด้วยโปรแกรมสถานการณ์จำลองของคอมพิวเตอร์ น้อยกว่าเรียนในโลกของจริงมากมาย

4. เกม (Games) เกมจะแตกต่างจากสถานการณ์จำลองในแง่กิจกรรมของเกม อาจใช้หรือไม่ใช้สถานการณ์จำลองก็ได้ และเกมอาจไม่ใช่การเรียนการสอนก็ได้ เว้นแต่เกมนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาและการฝึกอบรม เกมซึ่งมีการแข่งขันในคอมพิวเตอร์ที่ได้ออกแบบมาเพื่อการเรียนการสอนเป็นอย่างดี จะกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ดีขึ้น ปัญหาที่มีอยู่คล้ายกับสถานการณ์จำลองก็คือ ความยากในการออกแบบทั้งเกมและสถานการณ์จำลองในการเรียนการสอน โดยไม่สูญเสียคุณลักษณะของเกมไป

5. การค้นพบ (Discovery) เป็นการออกแบบโดยปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ แก่ผู้เรียน และผู้เรียนค้นหาการแก้ปัญหาเอง โดยวิธีลองผิดลองถูก จนกว่าจะได้คำตอบ เป็นลักษณะแบบที่เรียกว่า Inductive Approach ซึ่งคอมพิวเตอร์จะเป็นแหล่งข้อมูล (Data Base) ให้นั่นเอง

6. การแก้ปัญหา (Problem-Solving) โปรแกรมในลักษณะนี้มี 2 แบบ แบบแรกผู้เรียนจะเรียนโปรแกรมเอง โดยการระบุถึงปัญหาและแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะทำแต่ในสิ่งที่จำเป็น เช่น ช่วยในการคำนวณที่ซับซ้อน ส่วนอีกแบบหนึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้เขียนขึ้นไว้ก่อนแล้ว คอมพิวเตอร์จึงเป็นผู้ที่ช่วยแก้ปัญหาให้ เช่น คอมพิวเตอร์คำนวณให้ทั้งหมด โดยผู้เรียนให้ตัวแปรแก่คอมพิวเตอร์

7. การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่า เพราะ คอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม ตลอดทั้งสีและเสียง โดยครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง

8. การทดสอบ (Test) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ กลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้ (สมชัย ชินตระกูล. 2528 : 4-6 ; ณรงค์ บุญมี. 2529 : 7-8 ; อรรถพรณ พรสีมา. 2530 : 92 ; อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์. 2530 : 6-7 ; วารินทร์ รัศมีพรหม. 2530 : 194-195 ; ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 216-220 ; ครรชิต มาลัยวงศ์. 2532 : 64-69 ; ช่วงโชติ พันธุเวช. 2534 : 16-24 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 189)

การสอนที่ผู้วิจัยได้นำมาสร้างโปรแกรมเป็นการเรียนตามปกติ ประเภทการสอนเนื้อหา รายละเอียด โดยเรียนตามขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนด

การสร้างบทเรียนและการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรูปแบบการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่พัฒนามาจากบทเรียนสำเร็จรูป นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (ไพโรจน์ ตีรณานกุล. 2528 : 77-80)

1. ศึกษาหลักสูตร และผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตาม หลักสูตร นอกจากนี้ควรศึกษาประสบการณ์การสอนของตนเองและผู้สอนคนอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการจัดวางแผนต่อไป

2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาที่กำหนดเป็นตั้งสำคัญ จะต้องกำหนดให้ สอดคล้องตามความต้องการหรือที่จะได้จากการเรียน

3. เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง แต่ละวัตถุประสงค์จะมีความต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกัน และกำหนดคำถามไว้ให้เหมาะสมจะเป็นการนำร่องในการ สร้างบทเรียนได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิช่วยงาน โดยจัดเขียนหัวเรื่องเหล่านั้นในรูปแบบ แผนภูมิของข่ายงานที่แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่าง ๆ พร้อมทั้งลำดับทางตรรกของเนื้อหา ที่สมบูรณ์ด้วย

5. จัดเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย ๆ เนื่องจากการสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู การเสนอเนื้อหาครั้งละมาก ๆ อาจจะมีปัญหาในการเรียนได้

6. การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด ข้อความเหล่านี้จะต้อง กระทัดรัดเป็นประโยคง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน แต่ละหน่วยย่อยของเนื้อหาจะประกอบด้วย ข้อความต่าง ๆ 4 ชนิด คือ

6.1 กรอบหลัก (Set Frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยผู้เรียนสามารถจะ เรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

6.2 กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดทำข้อมูลที่ ได้จากกรอบหลัก

6.3 กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบ โดยผู้เรียนจะต้องนำ ความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

6.4 กรอบรองส่งท้าย (Sub-Terminal Frame) เป็นกรอบเขียนต่อจากกรอบส่ง ท้าย แต่เป็นข้อมูลที่แก้ไขความเข้าใจผิด หรือตอบผิดจากกรอบส่งท้าย เป็นกรอบที่เสริมความ เข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

7. เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนด คือการแปลงข้อมูลโครงสร้างโปรแกรมที่สร้างขึ้น ให้เป็นรหัส ซึ่งเป็นการเตรียมตัวป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรม นั้น ๆ

9. ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทดลองเรียนบทเรียนตามลำดับที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติ ทำการตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงให้ เรียบร้อย

10. เมื่อผ่านการตรวจสอบแล้ว จึงนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับผู้เรียน เป้าหมายต่อไป

11. การติดตามผลการเรียนของผู้เรียนเป้าหมายเหล่านี้ เป็นปัจจัยที่จำเป็นมากเมื่อการเรียนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลของการเรียนจากกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ เป็นไปตามที่คาดหวังไว้อย่างไร มีจุดอ่อน ข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรจะต้องแก้ไขอย่างไร ควรติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้ดีขึ้นต่อไป รวมทั้งเป็นข้อมูลประกอบการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับวิชาอื่น ๆ ต่อไปด้วย

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อความสมบูรณ์ของเนื้อหาหลักสูตร ความสะดวกในการสร้างบทเรียน และความเป็นไปได้ในการดำเนินการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่ง ออเตน และคนอื่น ๆ (Auten and Others, 1983 : 31) ได้เสนอคำแนะนำโดยสรุปว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและจุดมุ่งหมายรายวิชาระดับชั้นที่จะสอนนั้น ๆ เพื่อหารายละเอียดว่าระดับชั้นนี้ควรใช้เวลาในการสอนตามปกติเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้มากน้อยเพียงใด และความพร้อมทางด้านอื่น ๆ ของผู้เรียนมีอะไรบ้าง

2. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชา โดยขึ้นอยู่กับเนื้อหาของบทเรียนว่า เป็นการสอนและยกตัวอย่าง หรือเป็นการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนบ่งบอกถึงสิ่งที่ต้องการ

3. วิเคราะห์จุดประสงค์ โดยเรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกัน การจัดเรียบเรียงวัตถุประสงค์นี้ จะต้องคำนึงถึงความรู้ และทักษะที่ผู้เรียนได้รับอย่างครบถ้วนเท่าที่จะทำได้

4. จัดทำแผนภูมิข่ายงาน แสดงลำดับก่อนหลังของเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ โดยจัดชอเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย แต่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง

5. เขียนลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้

5.1 แสดงบทเรียนบนจอภาพ

5.2 แสดงคำถามบนจอภาพ

5.3 รอให้ผู้อ่านตอบคำถาม

5.4 หากตอบถูกจะแสดงความยินดี

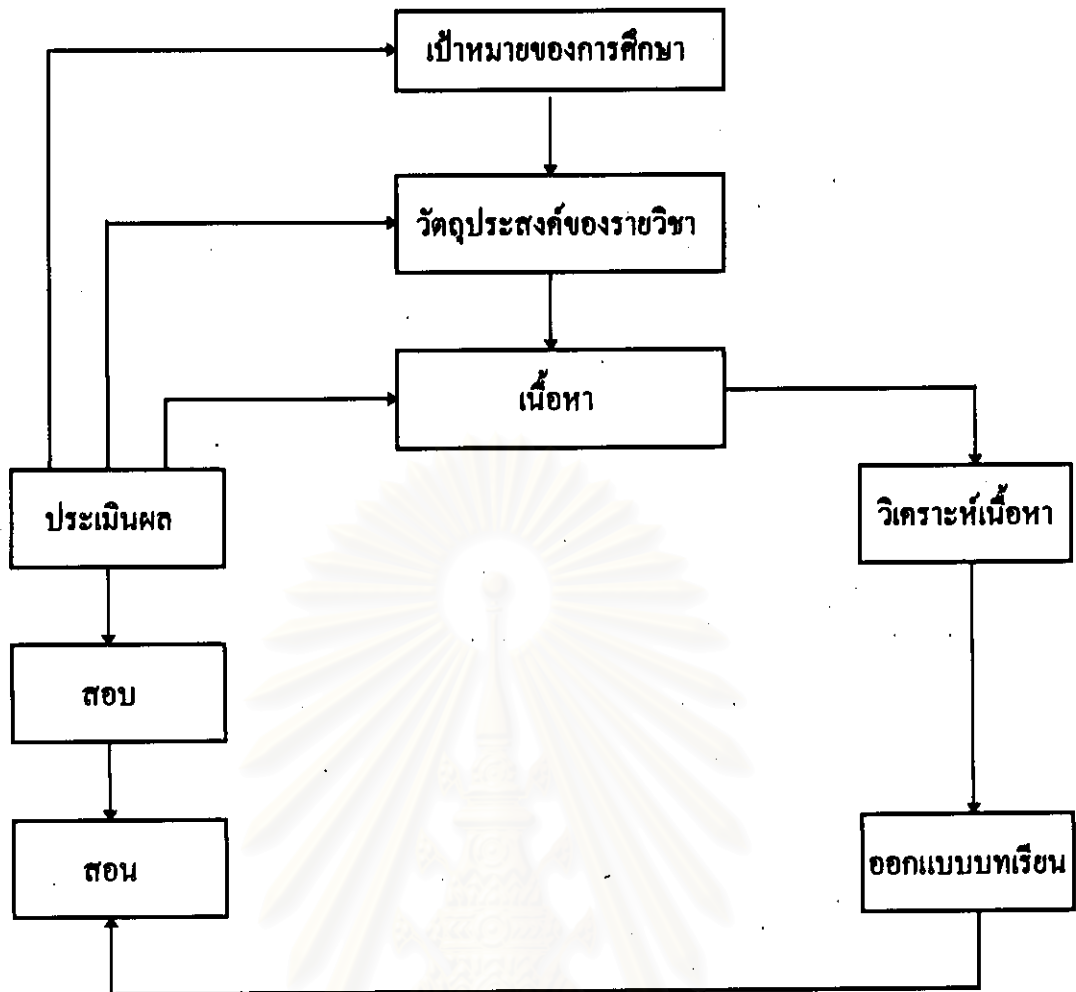
5.5 หากตอบผิดจะแสดงความเสียใจ แล้วบอกให้กลับไปอ่านข้อความใหม่ แล้วตอบใหม่ ถ้าตอบอีกครั้งไม่ถูกจะเฉลย

5.6 แสดงบทเรียนต่อไป

นอกจากนี้ ตุกริ รอดโพธิ์ทอง (2531 : 15) ยังได้เสนอโดยสรุปว่าเทคนิคการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเน้นการผสมผสานของ กราฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้คัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนและการสอน 9 ขั้นของกาเย (Gagné . 1981 : 17-26) ดังนี้

1. การสร้างความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน ทำได้โดยใช้ภาพ สี และเสียงประกอบ
2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน และยังเป็นการบอกถึงเค้าโครง ของเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. ทบทวนความรู้เดิม เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมผู้เรียน ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา
4. ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่ กระต๊วรด ง่าย และได้ใจความ
5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา ผู้เรียนจะได้จำได้ดี ถ้าบทเรียนที่มีระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
6. กระตุ้นตอบสนอง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วมกิจกรรม ซึ่งยอมทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อบอกว่าผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่ในเฟลมเดียวกัน
8. ทดสอบ เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ และต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
9. การนำความรู้ไปใช้ ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 221) ได้เสนอขั้นตอนวิธีสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังแผนภาพ



แผนภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนวิธีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะต้องศึกษาเป้าหมายของการศึกษา วัตถุประสงค์ของวิชาที่จะศึกษา ตลอดจนเนื้อหา นำมาวิเคราะห์และออกแบบบทเรียนนั้น ๆ ดำเนินการสอนตามที่ตามทีออกแบบ สอบ และประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด สรุปได้ว่าการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องคำนึงถึง หลักสูตร จุดมุ่งหมายรายวิชา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาที่จะสอน และเทคนิคการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องคำนึงถึง กราฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็น ภาพ หรือคำอธิบายที่ชัดเจน

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีผู้เขียนขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมไว้มากมายหลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบจะมีหลักการแตกต่างกันไป พิทักษ์ ศิริรัตนา (2531 : 20-25)

ได้เสนอแนะลำดับขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกแบบหนึ่งโดยแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอนซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. ระบุเหตุผล (Rationale) เป็นการให้เหตุผลหลังจากให้เนื้อหาแล้วว่าเหตุใดจึงเลือกเนื้อหานี้และเหตุใดจึงใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. กำหนดวัตถุประสงค์ (Objective) เป็นการกำหนดคุณสมบัติคือความรู้พื้นฐานและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าผู้เรียนควรรู้อะไรบ้าง
3. ลำดับขั้นตอนในการทำงาน (Instructional Sequence) เป็นการกำหนดรูปแบบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเขียนเป็นต้นแบบ ซึ่งต้นแบบควรบอกลักษณะการสร้างโปรแกรมและลำดับการทำงานของโปรแกรม
4. สร้างโปรแกรม (Program Construction) เป็นการแปลต้นแบบที่อยู่บนกระดาษให้เป็นชุดคำสั่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง
5. ทดสอบการทำงาน (Pilot Testing) เป็นการนำโปรแกรมที่สร้างไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนในสภาพการใช้งานจริง เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมและหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบ คาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูลย้อนกลับมาปรับปรุงต้นแบบและแก้ไขโปรแกรมต่อไป
6. ปรับปรุงแก้ไข (Revision) เป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงที่ตัวต้นแบบก่อนแล้วตามด้วยตัวโปรแกรม หลังจากแก้ไขเรียบร้อยแล้วจะต้องนำกลับไปทดสอบการทำงานใหม่จนกว่าจะสมบูรณ์ที่สุด จึงจะนำไปใช้งาน
7. นำมาใช้ในห้องเรียน (Using)
8. ประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการสรุปผลว่าโปรแกรมที่สร้างเป็นอย่างไรสมควรนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่

อะเลสซี และคนอื่น ๆ (Alessi and Others, 1985) ได้เสนอรูปแบบการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 8 ขั้นตอนซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย หรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนทราบว่านักเรียนจะเรียนรู้อะไร
2. รวบรวมทรัพยากร เป็นการเก็บรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหา เช่น ตำรา เอกสารอ้างอิง ตัวอย่างโปรแกรม อุปกรณ์การออกแบบ
3. ประมวลผลความคิด การสร้างความคิดที่จะทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องที่จะสอนและวิธีสอน

4. จัดลำดับความคิด จะทำให้คิดออกเป็นเรื่องเป็นราวเป็นระเบียบขึ้น ซึ่งจะเป็นผลให้สามารถเลือกวิธีที่จะสอนและส่วนประกอบอื่น ๆ
5. ผลิบทบทเรียนบนกระดาษ เป็นการออกแบบแล้วลงมือเขียนออกมาเป็นบทเรียนอาจเขียนออกมาเป็นเนื้อหาที่ยังไม่ละเอียดก่อน
6. เขียนผังงาน แสดงการทำงานของโปรแกรมตั้งแต่ต้นจนจบ แต่จะไม่แสดงเนื้อหาและความรู้ที่จะแสดงบนจอภาพ
7. เขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่เขียนสิ่งที่มีอยู่ไปสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยอาศัยความเข้าใจจากผังงาน และสตอริบอร์ด
8. ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพบทเรียน โดยการทดสอบโปรแกรมว่าทำงานถูกต้องหรือไม่

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยเห็นว่าจะต้องมีการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีจุดอ่อน ข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรแก้ไขอย่างไร ควรติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การให้ผลป้อนกลับ

ในสารานุกรมทางการศึกษา (The Encyclopedia of Education, 1971) ได้ให้ความหมายของการให้ข้อมูลป้อนกลับว่าเป็นข้อความข่าวสารที่บอกให้ผู้เรียนได้รู้ถึงความสำเร็จหรือความถูกต้องแน่นอนในการกระทำของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบหรือพฤติกรรมของคนที่ได้แสดงออกมาว่าถูกหรือผิด

ผลป้อนกลับ หมายถึง กระบวนการตรวจปรับที่ให้ผู้สอนทราบถึงลักษณะพฤติกรรมและระดับความเข้าใจของผู้เรียนแล้วปรับปรุงแก้ไข เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่สอนไปแล้วอย่างมีประสิทธิภาพ (สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์, 2528)

ความสำคัญของการให้ผลป้อนกลับ คือ การให้ผู้เรียนได้รับรู้ผลไม่ว่าจะอยู่ในลักษณะใดก็ตามในขบวนการเรียนการสอนจะต้องมีการให้ผลป้อนกลับหรือให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบสนองของตนเองเพราะการเรียนรู้จะไม่ สมบูรณ์ถ้าหากไม่มีการให้ผลป้อนกลับ (Cronbach , 1963) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการวางเงื่อนไขของสกินเนอร์ กล่าวว่าการที่อินทรีย์แสดงอาการตอบสนองแล้วได้รับผลลัพธ์ในลักษณะใดก็ตามจะมี ผลที่สำคัญต่อการเรียนรู้อยู่ 2 ประการ

1. การให้ผลเกี่ยวกับการตอบสนองของเขามีผลทำให้ผู้เรียนได้แก้ไขสิ่งที่ผิดให้ถูกต้องในการเรียนครั้งต่อไป และการรู้ผลการตอบสนองโดยตรงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อพฤติกรรมบางอย่าง ซึ่งพบว่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองมีแรงจูงใจสูง ลดความวิตกกังวลในการเรียนได้และทำให้การกระทำของผู้เรียนเข้าใกล้เกณฑ์ หรือบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะการรู้ผลการตอบสนองเป็นสิ่งสำคัญและมีความหมายที่สุดในการควบคุมพฤติกรรมการเรียนรู้ ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้จะมีไม่ได้ถ้าขาดการเสริมแรง โดยให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบสนองของตนเอง และยังช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเลือกใช้การตอบสนองต่อสิ่งเรารู้ว่าในการเรียนแต่ละครั้งเขาควรจะทำอย่างไรจึงจะเกิดผลดีมากที่สุด (Cronbach, 1963)

2. การให้ผลป้อนกลับอาจใช้เป็นการเสริมแรงในการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับอย่างทันทีทันใด ซึ่งจะก่อให้เกิดกำลังใจในการทำกิจกรรมการเรียนครั้งต่อไป เพราะพฤติกรรมที่ถูกเสริมแรงจะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีความพยายามต่อเนื่องอย่างไม่ลดละ โดยเฉพาะความสำเร็จที่ได้รับจะเป็นตัวเร่งเร้าให้พยายามทำในสิ่งที่ยากขึ้นไปอีก (ประสพ อิศรปริดา, 2522)

ผลป้อนกลับในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีลักษณะส่วนใหญ่คล้ายกับบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction/PI) ซึ่งหลักการที่สำคัญอย่างหนึ่งของบทเรียนแบบนี้ก็คือการให้ผลป้อนกลับ (Feedback) หรือการให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบสนองต่อสิ่งเร้าใจต่าง ๆ ในบทเรียน และการให้ผลป้อนกลับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่นักการศึกษา และผู้เกี่ยวข้องกับการออกแบบหรือพัฒนาบทเรียน (Instructional Designer หรือ Instructional Developer) ยอมรับว่ามีบทบาทสำคัญที่จะช่วยเสริมประสิทธิภาพทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นบทเรียนประเภทหนึ่งสำหรับการศึกษาระดับบุคคล (Individualized instruction) หลักพื้นฐานสำหรับการใช้ผลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ไม่แตกต่างไปจากการใช้ข้อมูลป้อนกลับในการเรียนการสอนรูปแบบอื่น ๆ คือเป็นการให้ข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจสภาพหรือผลการเรียนของตน ในขณะที่เดียวกันช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิดการท้อถอยหรือหมดกำลังใจ หากไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียน ในทางตรงกันข้ามข้อมูลป้อนกลับจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจและมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน (สุกัญญา นิมานันท์, 2533)

นิมานันท์ (Nimanandh, 1988) ได้แบ่งรูปแบบและลักษณะการให้ผลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. แบบข้อความ

- 1.1 ข้อความสั้น ๆ เช่น ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง ดีมาก พยายามต่อไป เป็นต้น
- 1.2 ข้อความที่ชี้แนะหรืออธิบายสั้น ๆ เพื่อช่วยในการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

2. สัญลักษณ์หรือรูปภาพ

2.1 ภาพนิ่ง

2.2 ภาพเคลื่อนไหว

2.3 ภาพลายเส้นอย่างง่าย

2.4 ภาพมีรายละเอียด หรือภาพแรเงา

นอกจากนี้ยังมีลักษณะ ในการให้ผลป้อนกลับหลายลักษณะดังนี้

1. ผลป้อนกลับแบบให้ทันที
2. ผลป้อนกลับแบบชะลอการให้
3. ผลป้อนกลับแบบเสริมแรง
4. ผลป้อนกลับแบบเสนอข้อมูลมา
5. ผลป้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ
6. ผลป้อนกลับแบบบอกข้อถูก
7. ผลป้อนกลับแบบระบุชื่อผู้ใช้โปรแกรม
8. ผลป้อนกลับแบบไม่ระบุชื่อผู้ใช้โปรแกรม

ผลป้อนกลับในการเรียนการสอนนั้น ใช้เพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจสถานภาพหรือผลการกระทำของตน ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยให้ผู้เรียนไม่ทอดอหหรือหมดกำลังใจหากไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน ในทางตรงกันข้ามผลป้อนกลับ จะช่วยให้นักเรียนเกิดกำลังใจและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ผลป้อนกลับจึงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนที่ยากและการเรียนสำหรับผู้เริ่มต้น การให้ผลป้อนกลับทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง มีแรงจูงใจสูง และลดความวิตกกังวลในการเรียนได้ ความสำเร็จที่ได้รับจะทำให้เป็นตัวเร่งให้ผู้เรียนพยายามทำในสิ่งที่ยากขึ้นไปอีก ทำให้ผลการเรียนของผู้เรียนเข้าใกล้เกณฑ์ที่วางไว้มากที่สุด (สุกัญญา นิมานันท์, 2533 : 23-27)

รูปแบบการให้ผลป้อนกลับ

การให้ผลป้อนกลับในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีหลายรูปแบบแตกต่างกันออกไปจึงสรุปได้ดังนี้

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 42) ได้กล่าวสรุปได้ว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับไว้ในเทคนิคการออกแบบบทเรียนแบบ Tutorial ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย (Gagné , 1988) ไว้ว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Provide Feedback) นั้นจะกระตุ้นความ

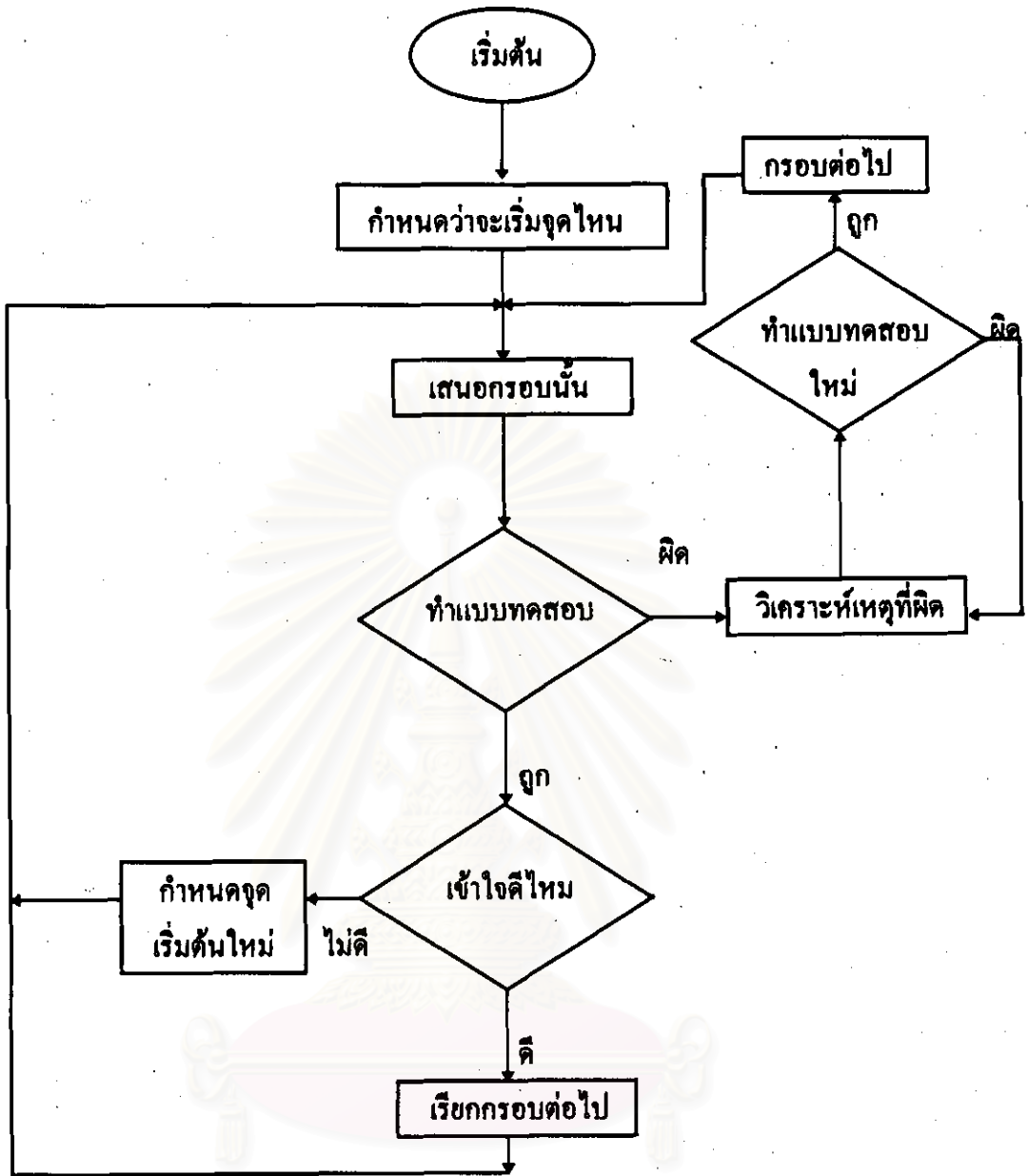
สนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เรียนโดยบอกจุดหมายให้ชัดเจนและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่เป็นภาพ จะช่วยเพิ่มความสนใจยิ่งขึ้นโดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ (Visual feedback) นี้ อาจจะมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจจะต้องการดูว่าหากทำผิดมาก ๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้เกมแขวนคอ (Hanged Man) ในการสอนศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกด แคร่ยาว (Space Bar) ไปเรื่อย ๆ ไม่สนใจเนื้อหา ทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปภาพแขวนคอเป็นต้น วิธีการหลีกเลี่ยงก็คือ ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ (Visual feedback) นี้ ควรเป็นบวกเช่นเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ขึ้นยานตุ่ดวงจันทร์ ฯลฯ และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้นเป็นต้น

หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง
2. บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด
3. แสดงคำถาม คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) บนเฟรมเดียวกัน
4. ให้ภาพง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
5. หลีกเลี่ยงผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่ตื่นตาหากผู้เรียนทำผิด
6. อาจใช้ภาพกราฟฟิค ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริง ๆ
7. ใช้เสียงได้ขึ้นสูงสำหรับคำตอบที่ถูกต้องและได้ลงต่ำหากตอบผิด
8. เฉลยคำตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 1 - 2 ครั้ง
9. ใช้การให้คะแนน หรือภาพเพื่อบอกความใกล้ ไกล จากเป้าหมาย
10. ตุ่มข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อเพิ่มความสนใจ

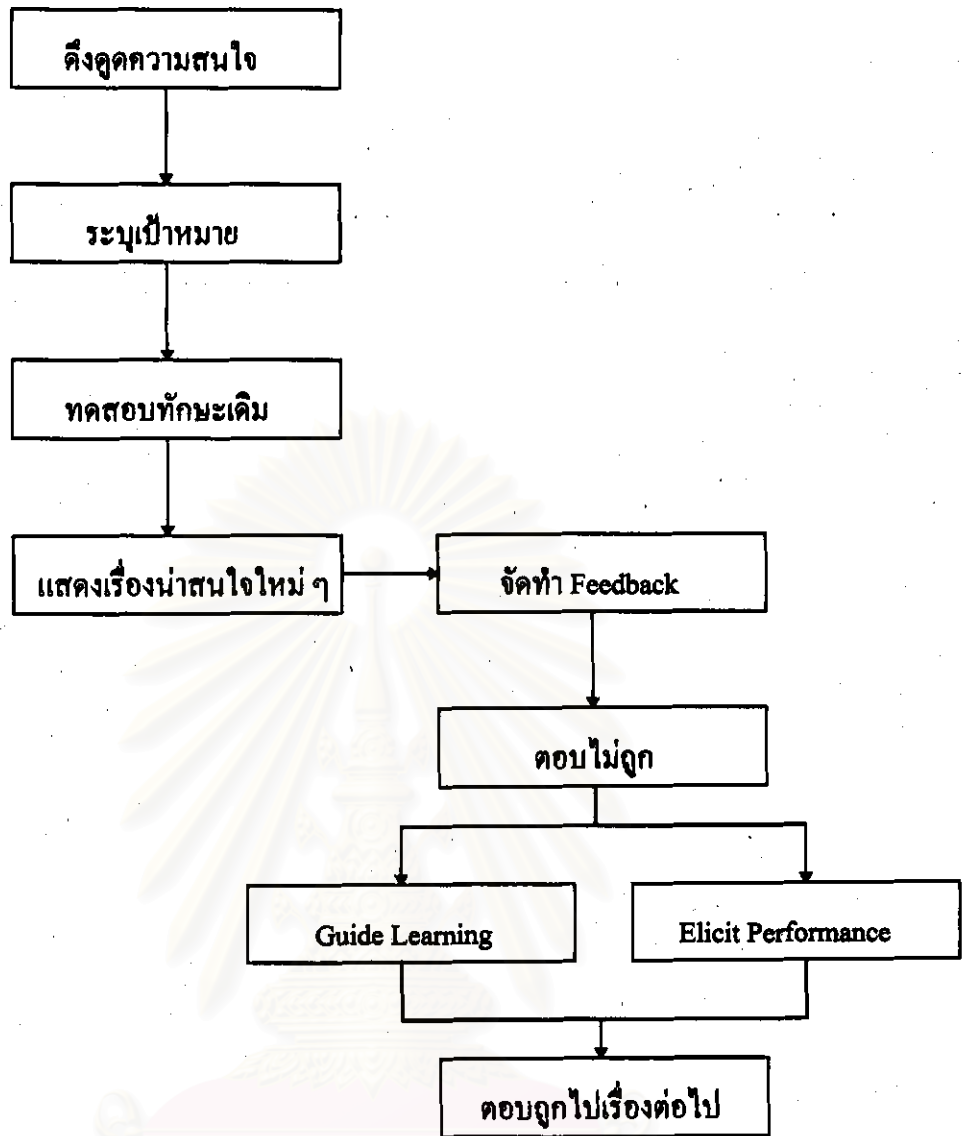
สำหรับโครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีข้อมูลป้อนกลับ จะกำหนดขอบเขตของเนื้อหาแล้วแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วน ๆ โดยจัดทำเป็นรูปของโปรแกรมบทเรียน โดยแบ่งออกเป็นกรอบ ๆ กำหนดให้มีการเสนอกรอบที่ละกรอบ ตามด้วยแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่ผิด และวิเคราะห์คำตอบที่ผิดนั้น เพื่อดูว่าทำไมถึงผิด ซึ่งสามารถเขียนเป็นผังงานตามที่ ทักษิณา สวานานนท์ (2535 : 222) ได้เสนอไว้ดังนี้



แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีข้อมูลป้อนกลับ

จากจุดเริ่มต้น เสนอเนื้อหาต่างๆ แล้วทำแบบทดสอบ เข้าใจดีก็ต้องเรียนกรอบต่อไป แต่ถ้าไม่เข้าใจอาจจะไปเริ่มต้นใหม่ศึกษาใหม่ หรือ วิเคราะห์เหตุที่ผิด แล้วลองทำแบบทดสอบใหม่ ถ้าเข้าใจดีแล้วทำการรอบต่อไป

นอกจากนี้ ช่วงโชติ พันธุเวช (2535 : 50) ได้เสนอผังการจัดทำบทเรียนตามแนวของ กาย Gagné ไว้ดังนี้



แผนภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนวิธีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวของ Gagné

จากแผนผังสร้างสิ่งดึงดูดความสนใจและกำหนดเป้าหมายทดสอบความรู้เดิม แทรกเรื่องใหม่ ๆ จัดทำข้อมูลป้อนกลับเมื่อตอบไม่ถูกอาจจะแนะแนวทางเมื่อตอบไม่ถูกหรือเฉลยคำตอบ และถ้าตอบถูกเรียนเรื่องต่อไป

การให้ผลป้อนกลับมีคำอธิบาย ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ กระตุ้นความสนใจเมื่อทำไปแล้วโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะป้อนกลับว่า ถูกหรือ ผิด ถ้าถูกจะให้กำลังใจ แต่ถ้าผิดจะช่วยเหลือชี้แจงสิ่งที่ถูกให้ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจดีขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

รุ่งนภา ฟองดาวิรัตน์ (2533 : 35-36) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการให้ผลป้อนกลับไว้ 3 แบบ คือ แบบผลป้อนกลับทางบวก แบบผลป้อนกลับทางบวกและทางลบ และแบบผลป้อนกลับทางลบ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการให้ผลป้อนกลับทั้งสามแบบแตกต่างกัน คือ แบบผลป้อนกลับทางบวกมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงสุด รองลงมาเป็นแบบผลป้อนกลับทางบวกและทางลบ ต่ำสุดคือผลป้อนกลับทางลบ และแยกผลสรุปได้ว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยค่าเฉลี่ยของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิง และนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ได้รับผลป้อนกลับทั้งสามแบบ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบุลย์ (2532 : 50 - 51) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบายคำตอบ และกลุ่มที่ 2 เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ หลังจากเรียนจบบทเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบ วัดผลการเรียนรู้ทันที ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่มีคำตอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

วาทีต มีสนุ่น (2533 : 37-38) ได้ทำการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบ คือการให้ข้อมูลป้อนกลับให้คำชี้แนะและอธิบายคำตอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 20 คน เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้คำชี้แนะ และกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 20 คน เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ หลังจากเรียนจบบทเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ทันที วิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย โดยใช้ t-test แบบ Independent พบว่า ผลการ

เรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่าผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ชัชวาล ชุมรักษา (2536 : 41-42) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ข้อมูลป้อนกลับ และอัตราความก้าวหน้าที่มีต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มตัวอย่าง 120 คน โดยแบ่งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องซึ่งกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยโปรแกรม กลุ่มที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องซึ่งกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยผู้เรียน กลุ่มที่ 3 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้แก้ตัวใหม่ และบอกคำตอบที่ถูกต้องซึ่งกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยโปรแกรม กลุ่มที่ 4 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้แก้ตัวใหม่ และบอกคำตอบที่ถูกต้องซึ่งกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยผู้เรียน กลุ่มที่ 5 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้คำชี้แนะพร้อมทั้งให้แก้ตัวใหม่และบอกคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยโปรแกรม กลุ่มที่ 6 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้คำชี้แนะ พร้อมทั้งให้แก้ตัวใหม่และบอกคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยผู้เรียน พบว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน แตกต่างกัน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ ให้คำชี้แนะ พร้อมทั้งให้แก้ตัวใหม่ และบอก คำตอบที่ถูกต้อง และนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับให้แก้ตัวใหม่ และบอกคำตอบที่ถูกต้องให้ผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบถูก และผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กำหนดอัตราความก้าวหน้าในการเรียนต่างกัน แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของ ข้อมูลป้อนกลับและการกำหนดอัตราความก้าวหน้า

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

นูแนน (Noonan 1984 : 131 - A) ศึกษาการให้ผลย้อนกลับหลังจากผู้เรียนตอบผิดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 6 แบบด้วยกันคือ

1. รู้คำตอบที่ถูกต้องแล้วทวนคำถามเดิม
2. รู้คำตอบที่ถูกต้องแล้วทวนคำถามใหม่
3. รู้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมคำอธิบาย แล้วทวนคำถามเดิมใหม่
4. รู้คำตอบถูกต้อง พร้อมคำอธิบายแล้วทวนคำถามเดิมใหม่

5. รู้ผลเพียงถูกหรือผิด ทวนคำถามเดิม

6. รู้ผลเพียงผิดหรือถูกเท่านั้น พร้อมมีคำอธิบายถึงสาเหตุที่ตอบถูกหรือผิดแล้วทวนคำถามเดิม

ผลการวิจัยพบว่าการรู้คำตอบที่ถูกต้องให้ผลดีต่อการเรียนรู้ มากกว่าการรู้ผลเพียงว่าถูกหรือผิดเท่านั้น และการรู้ผลเพียงรู้ถูกหรือผิดพร้อมคำอธิบายตัวสาเหตุที่ถูกต้องให้ผลไม่แตกต่างกับการรู้คำตอบที่ถูกต้อง ส่วนการรู้คำตอบที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบายไม่ก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้เท่าที่ควร นอกจากนี้การรู้ผลเพียงว่าถูกหรือผิดเท่านั้นแล้วทวนคำถามเดิมมีผลดีต่อการเรียนรู้ที่น้อยที่สุด

เมดิสัน (Madison 1985 : 955 - A) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ผลการให้ผลย้อนกลับในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา 91 คน ที่แบ่งกลุ่มตามระดับสติปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาของบทเรียนเป็นเนื้อหาเดียวกันแต่ต่างกันตรงการให้ผลย้อนกลับ 3 แบบ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับผลย้อนกลับว่า "ถูกหรือผิด" เท่านั้น กลุ่มที่ 2 ได้รับ "ถูกหรือผิด" ถ้าตอบผิดก็มีการบอกข้อถูก และยกตัวอย่างให้เข้าใจขึ้นด้วย กลุ่มที่ 3 ได้รับผล "ถูกหรือผิด" ถ้าตอบผิดมีการอธิบายและบอกคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่มีตัวอย่างให้ ผลการทดลองปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการให้ผลย้อนกลับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือการให้ผลย้อนกลับที่ต่างกันให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหมือนกัน

คอลลินส์ (Collins 1985 : 3601 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการให้ผลป้อนกลับโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ จำนวน 28 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรก เรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ผลป้อนกลับที่เฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้นเมื่อนักเรียนตอบผิด ส่วนกลุ่มที่สอง เรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ผลป้อนกลับแบบให้คำอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนตอบผิด หลังจากการเรียนครบทั้ง 5 บทแล้ว ทำการทดสอบทันทีรวมทั้งสอบถามทัศนคติ หลังจากนั้นอีก 2 สัปดาห์จึงทำการทดสอบอีกเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ ผลจากการวิจัยปรากฏว่าการให้ผลป้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมให้ผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ได้ดีกว่าการให้ผลป้อนกลับที่เฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการเรียนไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นนักเรียนที่ได้รับการให้ผลป้อนกลับแบบอธิบายเพิ่มเติมนั้นสามารถวิเคราะห์เหตุผลได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการให้ผลป้อนกลับ แบบอธิบายคำตอบที่ถูกต้อง

เดมพ์เซย์ (Dempsey 1988 : 1434- A) ได้ทำการศึกษาผลของข้อมูลป้อนกลับ 4 รูปแบบ คือข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกว่าถูกหรือผิดและ

ให้แก่ตัวใหม่ ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องเชื่อมโยงกับข้อมูลป้อนกลับสำหรับการตอบผิด และข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้แก่ตัวใหม่ ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องให้ผลการเรียนรู้สูงกว่า และใช้เวลาในการศึกษาน้อยกว่า ข้อมูลป้อนกลับรูปแบบอื่น ๆ และกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้คำตอบใช้เวลามากกว่า กลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องและให้แก่ตัวใหม่ ส่วนในการวัดความคงทนในการจำให้ผลไม่แตกต่าง

บุงกาเนอร์ (Bumgarner 1984 : 1102-A) ได้ทำการศึกษาผลป้อนกลับ 3 แบบ คือ ไม่มีผลป้อนกลับ รู้ผลเพียงว่าถูกหรือผิด รู้ผลว่าถูกหรือผิดแล้วบอกวิธีหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่ละแบบจะมีทั้งการเสริมแรงในลักษณะที่ขย่งของชมเชยประมาณ 20 % ของคำตอบที่ถูกต้อง และไม่มีการเสริมแรง กลุ่มตัวอย่าง 6 กลุ่มเป็นนักเรียนระดับ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และมีความรู้เกี่ยวกับการบวกมาแล้ว จัดให้เรียนข้อเท็จจริงของการคูณ กับครูในห้องเรียนตามปกติ เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นฝึกทักษะโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกหัดและปฏิบัติ พบว่า การเรียนรู้มีความก้าวหน้าอย่างคงที่เนื่องจากการให้ผลป้อนกลับ มิใช่จากการเสริมแรง แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการให้ผลป้อนกลับ กับการเสริมแรง เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า การรู้ผลว่าถูกหรือผิด แล้วบอกวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง กับการไม่มีผลป้อนกลับ มีผลคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ารู้ผลเพียงว่าถูกหรือผิดแล้วบอกวิธีหาคำตอบที่ถูกต้อง ให้ผลดีกว่าการไม่มีผลป้อนกลับ

ลี (Lee 1989 : 1635-A) ศึกษาผลของการให้ผลป้อนกลับ 3 แบบ คือ รู้ผลเพียงว่าถูกหรือผิด รู้คำตอบที่ถูกต้อง รู้ว่าผิดแล้วอธิบายถึงสาเหตุที่ผิด และผลของการแก้ไขคำตอบที่ผิดได้ 1 ครั้ง กับไม่มีการแก้ไขคำตอบโดยที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการใช้คำสั่ง PRINT, LET INPUT ของภาษาเบสิกให้กับครูฝึกสอนและครูประจำการ ผลป้อนกลับทั้ง 3 แบบ และการแก้ไขคำตอบผิดหรือ ไม่แก้ใจนั้นจะให้เมื่อตอบผิดเท่านั้น เมื่อตอบถูกจะให้รู้ผลว่าถูกแล้วทำคำถามใหม่ต่อพบว่า การรู้ผลว่าผิดแล้วอธิบายว่าทำไมจึงผิดได้ผลดีกว่าการรู้ผลเพียงว่าถูกหรือผิดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที และยังให้ผลดีกว่าการรู้คำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบแบบล่าช้า โดยทำให้จำนวนการแก้ไขคำตอบที่ผิดลดลงได้มาก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับในขนาดที่ต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ พอสรุปได้ว่า ผู้เรียนคณิตศาสตร์ได้คั้นนั้นจะต้องทบทวน ศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเป็นสื่อการเรียนการสอน และมีการฝึกปฏิบัติการคิดคำนวณโดยทำแบบฝึกหัดจากสื่อการเรียนการสอนนั้น