



วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้องนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทั้งด้านทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ 1. การสอนวิชาคณิตศาสตร์ 2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3. การกำหนดอัตราความก้าวหน้า

การสอนวิชาคณิตศาสตร์

การสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นภาระอันหนักแก่ผู้สอนเป็นอย่างยิ่ง เพราะนักเรียนในชั้นมีทั้งนักเรียนที่เรียนเก่งและนักเรียนที่เรียนอ่อน ถ้าครูคณิตศาสตร์สอนโดยวิธีเดียวกัน นักเรียนที่เรียนเก่ง ก็สามารถเข้าใจได้รวดเร็ว และไม่มีปัญหามากนัก แต่นักเรียนที่เรียนอ่อนอาจไม่เข้าใจมากนัก จึงทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าใจได้และสนองตอบต่อความแตกต่างทางสติปัญญา (ยุพิน พิพิธกุล 2527 : 276) และวิธีการสอนคณิตศาสตร์สามารถแบ่งเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. วิธีการสอนโดยเน้นกิจกรรมของผู้สอน
 - 1.1 วิธีการสอนแบบอธิบาย และแสดงเหตุผล
 - 1.2 วิธีการสอนแบบสาธิต
 - 1.3 วิธีการสอนแบบใช้คำถาม
2. วิธีการสอนโดยเน้นกิจกรรมของกลุ่มผู้เรียน
 - 2.1 วิธีการสอนแบบทดลอง
 - 2.2 วิธีการสอนแบบอภิปราย
 - 2.3 วิธีการสอนแบบโครงการ
3. วิธีการสอนโดยเน้นกิจกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
 - 3.1 วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา
 - 3.2 วิธีการสอนแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์

- 3.3 วิธีการสอนแบบอุปนัย-นिरนัย
- 3.4 วิธีการสอนแบบค้นพบ
- 4. วิธีการสอน โดยเน้นกิจกรรมของผู้เรียนเป็นรายบุคคล
 - 4.1 วิธีการสอน โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม
 - 4.2 วิธีการสอน โดยใช้ชุดการสอนรายบุคคล
 - 4.3 วิธีการสอน โดยใช้เอกสารแนะแนวทาง

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าวิธีการสอนคณิตศาสตร์นั้นมีหลายวิธี ข้อสำคัญผู้สอนจะต้องเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา และความแตกต่างของผู้เรียน ความแตกต่างระหว่างบุคคลนั้นเป็นหลักเกณฑ์ที่สำคัญข้อหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างความพร้อมในการเรียน ในทางจิตวิทยาความแตกต่างระหว่างบุคคลมีได้หลายลักษณะ คือ ความแตกต่างทางระดับความเจริญเติบโตทางสติปัญญา เพศ ความสนใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการสอนในระดับประถมศึกษา ซึ่งเด็กจะมีระดับความเจริญทางสติปัญญาแตกต่างกัน และมีความแตกต่างกันในเรื่องระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความแตกต่างทางด้านสติปัญญานี้ถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของนักเรียน เพราะเป็นสิ่งที่มอิทธิพลต่อการเรียนรู้และการศึกษาเล่าเรียนของเด็ก (จิตรา วสุวานิช 2516 : 16-24) โวลเฟิล (Wolfe 1969 : 217) ได้กล่าวว่า เด็กฉลาดย่อมทำคะแนนได้ดีกว่าเด็กโง่ หรือเด็กที่ด้อยสติปัญญา ดังนั้นการเลือกวิธีการเสนอเนื้อหาในบทเรียนควรให้เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน และเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ความแตกต่างระหว่างสติปัญญาของผู้เรียน และการเลือกวิธีการเรียนการสอนและเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ดังที่ มาร์ลิน (Marlin 1975 : 240-241A) ได้ศึกษาวิธีการเรียนการสอนแบบค้นพบ แบบบอกให้รู้ และการใช้ลำดับขั้นของการเสนอสื่อการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถสูงมีความแตกต่างกับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำทุกๆด้านอย่างมีนัยสำคัญ การสอนแบบชี้แนะให้ค้นพบแล้วจัดลำดับขั้น

ให้มีกฎเกณฑ์ และให้ตัวอย่าง ให้ผลดีกว่าการสอนแบบให้กฎเกณฑ์ นักเรียนหญิง ในกลุ่มสูง ได้คะแนนดีกว่านักเรียนหญิงในกลุ่มต่ำ และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงกลุ่มต่ำสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายกลุ่มต่ำ นักเรียนชายที่มีความสามารถสูงมีการแสดงออกมากกว่านักเรียนหญิงที่มีความสามารถสูง

และในปีต่อมา สมิท (Smith 1976 : 5879-A) ได้เปรียบเทียบวิธีการสอน 3 แบบ คือ แบบชี้แนะให้ค้นพบ แบบบรรยาย และแบบบทเรียนแบบโปรแกรมในวิชาคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของการสอนทั้ง 3 วิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กอบกุล สังฆะมัลลิก (2523 : 182) ซึ่งศึกษาวิธีการสอนแบบค้นพบและการสอนแบบบรรยายในเนื้อหา วิชา คณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และผลงานวิจัยของ มยุรี ศรีทอง (2523 : 196) ได้ศึกษาแนวโน้มของการสอนเรื่อง เส้นตรง โดยใช้วิธีการสอนแบบค้นพบ และแบบบรรยาย พบว่า แนวโน้มของผลการสอนแบบค้นพบและแบบบรรยายแตกต่างกัน ผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำแตกต่างกัน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับระดับความสามารถของนักศึกษาทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งให้ผลตรงกับงานวิจัยของ ปกรณ์ จันทร์ศิริ (2523 : 154) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้กระบวนการสอนที่แตกต่างกันในเรื่อง การจัดลำดับ และการจัดหมู่ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มสูงและต่ำของการสอน 2 วิธีแตกต่างกัน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับกลุ่มที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

นอกจากนี้ในปี 2530 ชูศรี ยินดีตระกูล ได้ทำการทดลองโดยใช้วิธีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบและบอกให้รู้ ผลการวิจัย พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน จะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์จากแบบทดสอบต่างกันอย่างมี



นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ความแตกต่างระหว่างระดับสติปัญญาที่มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และการศึกษาเล่าเรียนเป็นอย่างมาก นอกจากนั้นการเลือกวิธีการนำเสนอเนื้อหา หรือการใช้สื่อการสอนทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ก็จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเช่นเดียวกัน ดังได้กล่าวมาแล้วว่ามนุษย์ทุกคนมีความแตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการสอนควรสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญจากการแบ่งประเภทของวิธีการสอนคณิตศาสตร์ดังที่ผ่านมาจะเห็นว่าวิธีการสอนประเภทหนึ่งซึ่งถือว่าการจัดการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ดีที่สุดคือ วิธีการสอนโดยเน้นกิจกรรมของผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยอาจแยกเป็นการสอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมการสอนโดยใช้ชุดการสอนรายบุคคล ซึ่งกล่าวโดยสรุปแล้วก็คือ การสอนแบบรายตัว (tutorial system) หรือการสอนแบบเอกัตบุคคลนั่นเอง

การสอนแบบเอกัตบุคคล

ในปัจจุบันนี้ นักการศึกษาได้ให้ความสนใจต่อการจัดการสอนแบบเอกัตบุคคลเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จาก กาเย่และบริกส์ (Gagne' and Briggs 1979 : 261-268) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนแบบเอกัตบุคคลไว้ 5 ประการคือ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะเริ่มแรก (entry skills) ของผู้เรียน
2. เพื่อช่วยให้ค้นหาจุดเริ่มต้นของผู้เรียนแต่ละคนในการจัดลำดับการเรียนรู้ตามความ

มุ่งหมาย

3. เพื่อช่วยให้จัดวัสดุและสื่อให้เหมาะสมกับการเรียน
4. เพื่อสะดวกต่อการประเมินผลและส่งเสริมความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน

แต่ละคน

5. เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามอัตราความสามารถของตน

จากจุดมุ่งหมายดังกล่าว จะเห็นได้ว่า จุดมุ่งหมายที่สำคัญข้อหนึ่ง กล่าวถึง การจัดสื่อ การสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามอัตราความสามารถของตนเอง เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตาม ระดับสติปัญญา ใช้เวลาในการเรียนมาก หรือ น้อย ตาม ความสามารถ ผู้มีความสามารถสูงก็จะก้าวไปได้เร็ว ส่วนผู้มีความสามารถต่ำก็จะก้าวไปช้าตาม อัตราของตน ซึ่งผู้เรียนได้มีโอกาสควบคุมอัตราความก้าวหน้าด้วยตนเอง อย่างเต็มที่ ซึ่งการสอน ด้วยวิธีนี้ได้เริ่มต้นขึ้นตั้งแต่สมัยกรีก ดังเช่น อริสโตเติล พลาโต หรือนักปรัชญาคนอื่นได้ใช้วิธีการ สอนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กับลูกศิษย์ของตน (ธีระ รุญเจริญ 2518 : 3) และในปลายศตวรรษที่ 19 ได้มีนักการศึกษาได้พยายามต่อต้านระบบการศึกษาที่มีข้อจำกัด บังคับผู้เรียนในรูปแบบต่างๆกัน เช่น การกำหนดเวลา อายุ การยึดเยียดความรู้แบบเดียวกัน การสอน และวิธีให้ความรู้ที่เหมือนกันโดยไม่คำนึงถึงสภาพของผู้เรียน จึงทำการพัฒนาโปรแกรมการศึกษาที่สามารถสนองความแตกต่าง ระหว่างบุคคลในรูปแบบต่างๆเพิ่มขึ้น เพื่อแก้การศึกษาแบบเดิม (ประหยัด จิระวรยงค์ 2529 : 206)

การสอนตามเอกัตบุคคลนี้เน้นการจัดการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้ง ในด้านความสามารถ สติปัญญา ความต้องการและความสนใจ ตลอดจนความแตกต่างทาง ร่างกาย อารมณ์และสังคมซึ่ง ศรีสุตา จริยากุล (2523 : 102) ได้กล่าวถึง ความหมายของ การเรียนตามเอกัตบุคคลว่า หมายถึง "กระบวนการเรียนที่กำหนดให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ตรวจสอบ ความสามารถของตนเอง แล้วเลือกวิธีการเรียนที่เหมาะสมกับตนเพื่อเรียนไปตามความถนัด ความสามารถ และประเมินผลความสามารถของตนได้เอง" นอกจากนี้ นิพนธ์ ศุขปริดี (2519 : 92) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนตามเอกัตบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับที่ ยูนิ นิพิธกุล (2523 : 258) กล่าวว่า เป็นการเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามความสามารถ ความถนัด ฝึกให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ใฝ่หาความรู้และรู้จักคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง และจะต้องมีการ กำหนดวัตถุประสงค์ ระดับความรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับไว้อย่างชัดเจน ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ การเรียนรู้ได้หลายแนวทางโดยมีโอกาสดูจะตรวจสอบความเข้าใจ ความก้าวหน้า และผลการ

เรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคลนี้มีเป้าหมายหลักเพื่อให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนด้วยตนเอง และให้ความสนใจในกิจกรรมทางการเรียนในแต่ละขั้นตอนความสามารถของตนเอง (Kemp 1985 : 6)

การจัดการสอนแบบเอกัตบุคคลเป็นการจัดการศึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนดังนี้
(ประหยัด จีระวรพงศ์ 2529 : 210)

1. ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน และมีความเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น
2. ผู้เรียนประสบความสำเร็จมากกว่าความล้มเหลว
3. ผู้เรียนสามารถเลือกประสบการณ์ที่เหมาะสมกับตนเอง
4. ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาได้มาก
5. ผู้เรียน ไม่ต้องแข่งขันกับผู้อื่น
6. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี

การสอนแบบเอกัตบุคคลจะดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพย่อมต้องอาศัยสื่อการเรียน การสอนตลอดจนวิธีการบางอย่างที่จะสนองความต้องการและจุดมุ่งหมายของผู้เรียน เพราะสื่อทางการศึกษาเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้จากผู้ชำนาญการ ไปยังผู้เรียนได้ การเลือกใช้สื่อทางการศึกษาที่เหมาะสมและกว้างขวางอย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้เร็วยิ่งขึ้น (อาทร ชนเห็นชอบ 2523 : 10) และวิธีการหนึ่งที่จะสนองในเรื่องความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ก็คือ การใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ดีเทอร์ไลน์ (Deterline 1962 : 11) กล่าวว่า การใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสิ่งที่ใหม่ในทฤษฎีทุกสมัย เพราะ บทเรียนแบบโปรแกรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็ว หรือ ช้า ขึ้นกับ ความ สามารถของแต่ละบุคคล ผู้เรียนมีโอกาสศึกษาไปตามลำดับชั้นจากง่ายไปยากทั้งยังเป็นขบวนการถ่ายทอดความรู้ที่มีการเตรียมไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักขณะ เนื้อหา ทศนคติ ด้วยตนเอง จากการศึกษาที่ได้อบรมสนองต่อสิ่งที่กำหนดไว้ (สุนันท์ ปีทมาคม 2524 : 1)

บทเรียนแบบโปรแกรมของสกินเนอร์ (Skinner : 1958) ก็ได้ยึดหลักเกณฑ์ของการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีความผิดพลาดในบทเรียนน้อยที่สุด การให้ผลย้อนกลับ (feedback) ทันทีทันใด และมีอัตราการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งยังมีการเสนอบทเรียนแบ่งเป็นส่วนย่อยทีละน้อย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไปตาม ลำดับขั้น (step by step) ทั้งยังมีการให้การเสริมแรงที่ทำให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงปรารถนามากยิ่งขึ้น เกอร์ลาช และฟลาย (Gerlach and Fly 1980 : 388-391) ได้กล่าวถึง การใช้บทเรียนแบบโปรแกรมไว้ว่า เป็นการใช้บทเรียนสำเร็จรูปเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษา บทเรียนแบบโปรแกรมบางบทสร้างขึ้นเพื่อสำหรับใช้กับเครื่องช่วยสอนแต่ส่วนมากจะอยู่ในรูปของสิ่งพิมพ์ การนำไปใช้ต้องได้รับการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้งานจริง หรือ ควรใช้ได้กับหลายเนื้อหาวิชาตลอดจนใช้ได้กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เทป ภาพยนตร์ สไลด์ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ

ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการเสนอบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ ช่วยให้การเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคลนี้มีประสิทธิภาพและแพร่หลายมากขึ้น บทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกพัฒนาให้อยู่ในรูปของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือซอฟต์แวร์ ทั้งใช้เสนอเนื้อหาบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ เป็นการโต้ตอบระหว่างผู้เรียน และคอมพิวเตอร์ บทเรียน โปรแกรมที่เตรียมขึ้นเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ ได้รับการออกแบบจัดลำดับความรู้เพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง แต่จะมีข้อได้เปรียบกว่าบทเรียนโปรแกรมในรูปสิ่งพิมพ์ คือ ผู้เรียนไม่มีโอกาสที่จะแอบดูคำตอบได้ ทั้งยังให้ข้อมูลย้อนกลับ (feed back) และการเสริมแรงที่รวดเร็วกว่า

คอมพิวเตอร์ถูกใช้เป็นเครื่องช่วยสอนตั้งแต่เมื่อนักการศึกษาเรียนรู้ที่จะผสมผสานบทเรียนแบบโปรแกรมของสกินเนอร์ (Skinner) เข้ากับเครื่องช่วยสอนของสกินเนอร์ และเพรสซี่ (S.L. Pressey) และได้พยายามที่จะพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อยมา เพื่อให้การเรียนจากคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากที่สุด (Dence 1980 : 50)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ กระบวนการสอนที่เกี่ยวข้อง โดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นสื่อในการสอนบทเรียน แบบโต้ตอบ (interaction mode) เป็นการเรียนโดยตรงของนักเรียน และเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ (วีระ ไทยพานิช 2526 : 8) เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล สำหรับผู้เรียนแต่ละคน โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วยบทเรียน โปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม และได้รับการออกแบบจัดลำดับความรู้เพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง (Gerlach and Fly 1980 : 247-250) โดยให้ความสำคัญกับทฤษฎีการเสริมแรง (reinforcement theory) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (S.R. theory) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วและเป็นระบบ แอทกินสัน (Atkinson : 1968) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนถือเป็นเครื่องช่วยสอนที่พัฒนาโดยยึดหลักเกณฑ์เดียวกับบทเรียนแบบโปรแกรม ในอันที่จะตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยให้ผู้เรียนได้เรียนตามอัตราความก้าวหน้าของตนเอง (self-pacing) และผู้เรียนได้รับผลย้อนกลับในอัตราที่ต่างกัน (Belland 1985 : 186) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนถือเป็นเครื่องช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในบรรดาเครื่องช่วยสอนด้วยกัน (ประสิทธิ์ สารภี 2521 : 20)

อย่างไรก็ตาม คำว่า " คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ที่มั่นว่าจะใช้กันมากและแพร่หลาย แต่ก็ยังมีนักศึกษาหลายท่านที่เรียกชื่อคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับใช้สอนต่างกันออกไป ซึ่งมีความหมายทำนองเดียวกัน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนรู้ (Computer Assisted Learning) คอมพิวเตอร์เสริมการสอน (Computer Aided Instruction, Computer Based Instruction, Computer Aided Teaching) เป็นต้น ความหมายกว้างๆของคำเหล่านี้ก็คือ การนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์สำหรับใช้สอน

ผู้เรียน โดยให้เครื่องกับผู้เรียนได้ตอบกันเอง โดยไม่ต้องมีบุคคลที่สามเข้ามาช่วย (ครรชิต
มาลัยวงศ์ 2526 : 4-8)

บทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้เรียนสามารถศึกษาได้หลายลักษณะตามการ
ออกแบบและจัดสร้างดังต่อไปนี้ (Bitter 1984 : 39-69 : Alessi and Trollip 1985
: 65-270 : ผดุง อารยะวิญญู 2527 : 41-47 : ทักษิณา สนวนานท์ 2529 : 63-65 :
ยีน ภูวรวรรณ 2529 : 5-7)

1. การฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัด (drill and practice) ในการนำไมโคร
คอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ส่วนมากนำมาใช้ในการฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัดซึ่ง
อาจจะเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาต่างๆ ซึ่งรวมทั้งการอ่านและการสะกดตัว
อักษรด้วยหรืออาจเป็นทักษะในด้านอื่นๆที่ต้องทำซ้ำๆกัน การฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัดส่วน
ใหญ่จะใช้เสริมเมื่อครูได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์
เป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้หรือความชำนาญ ลักษณะของแบบฝึกหัดที่
นิยมกันมากคือ การจับคู่ ซึ่งว่า ถูก-ผิด และ เลือกข้อถูกจาก 3-5 ตัวเลือก การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
เพื่อฝึกทักษะในด้านต่างๆจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก หากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพดี

2. การสอนเฉพาะราย (tutorial) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนนักเรียนแทนครูใน
เฉพาะเนื้อหาบางตอน ซึ่งนักเรียนอาจจะเรียนไม่ทันหรือขาดเรียนในวันที่นักเรียนส่วนใหญ่เรียน
เรื่องนั้นๆ การเรียนในลักษณะนี้ จัดเป็นการเรียนรายบุคคล นักเรียน 1 คน ต่อเครื่อง
คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง คอมพิวเตอร์จะถาม นักเรียนทีละคำถามแล้วให้นักเรียนตอบ เมื่อตอบถูก
ก็จะถามคำถามต่อไปเรื่อยๆ การเรียนรู้จึงเกิดจากการที่นักเรียนได้คิดเพื่อที่จะตอบคำถามเหมาะ
สำหรับการสอนแนวความคิดใหม่ๆหรือความคิดรวบยอดบางประการ

3. สถานการณ์จำลอง (simulation) เป็นวิธีการสอนที่เสนอประสบการณ์ที่จำลอง
มาจากของจริง เพื่อให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาต่างๆให้ผู้เรียนมีโอกาสทดลองแก้ปัญหาเพราะบางครั้ง
ประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไป หรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิธีขับเครื่องบิน ควรจะได้ลองให้

นักบินขับในเครื่องจำลองด้วยคอมพิวเตอร์มากกว่าที่จะสอนจากของจริง ทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความชำนาญอย่างแท้จริง การจำลองแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

3.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (task performance simulation)

เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (system modeling simulation)

เช่น จำลองระบบจัดการจราจรการเดินรถทางเดียวในนครหลวง เพื่อดูว่า จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไรได้

3.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (experience/encounter) เช่น การ

ลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่างหรือตัดสินใจบางเรื่อง

4. เกมการเรียนการสอน (instruction game) เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ทำ

ให้นักเรียนได้ความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อมๆกัน เกมการเรียนการสอนมี 2 ประเภท คือ การแข่งขัน และการร่วมมือ

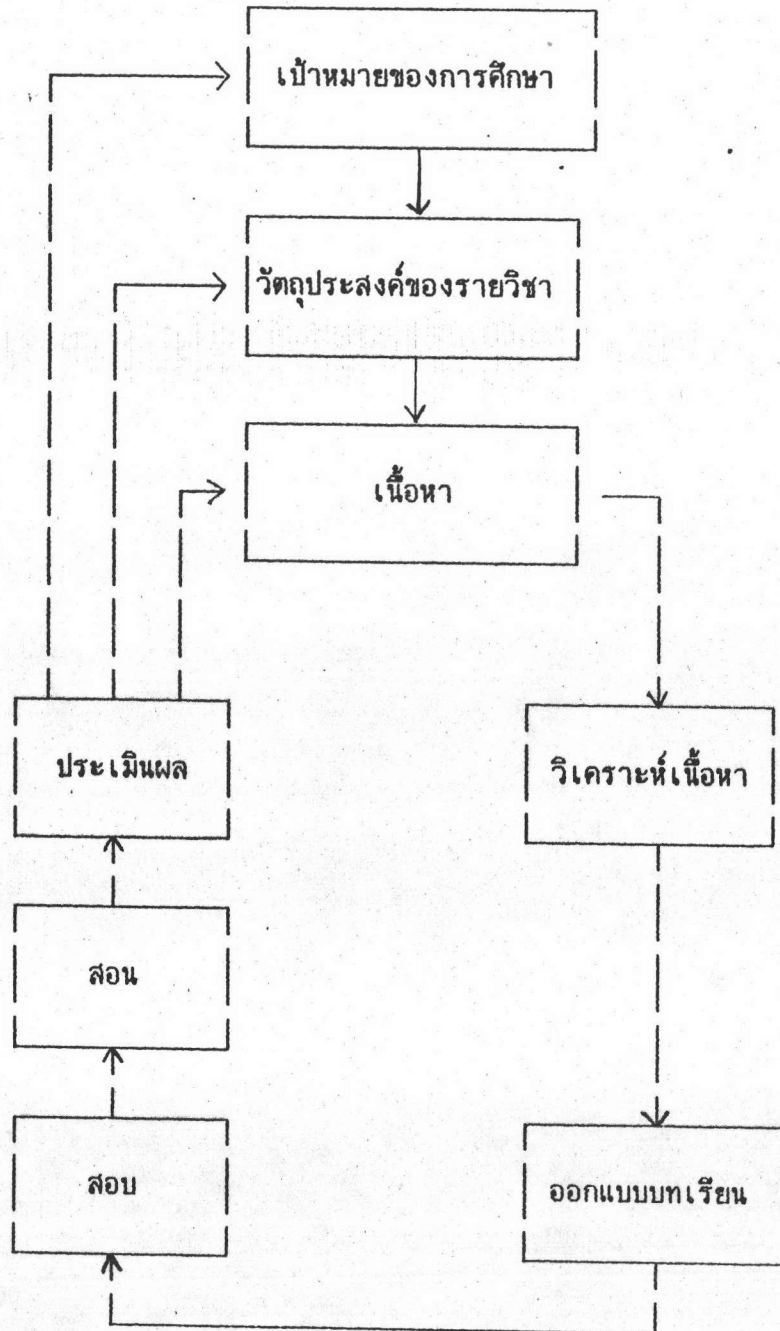
5. การแก้ปัญหา (problem solving) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหาอย่างมีระบบ

ในระหว่างการแก้ปัญหา จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาอย่างมีหลักเกณฑ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาอื่นๆต่อไป

ระบบการทำงานขั้นพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องประกอบด้วย การออกแบบบทเรียน และการดำเนินการเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ (computer implementation) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์จะต้องประกอบด้วยวัฏจักร (cycle) ซึ่งเริ่มจากการให้สิ่งเร้าต่อผู้เรียน การประเมินการตอบสนองของผู้เรียนให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) และเลือกสิ่งเร้าในลำดับต่อไป (Smith 1979 : 17)

ในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะต้องได้รับความร่วมมือจากผู้มีความรู้จากหลายฝ่ายร่วมกัน เช่น นักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะทำ โดยมีการกำหนดเป้าหมายการศึกษา วัตถุประสงค์รายวิชา และขอบเขตของเนื้อหา จากนั้นจึงทำ

การวิเคราะห์เนื้อหา ออกแบบบทเรียนโดยจัดให้มีระบบการสอน การสอบ และประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหา วัตถุประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้ ตั้งแผนภูมิ



แผนภูมิที่ 1 แสดงวิธีการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ทักษิณา สวานานนท์ 2529 : 65-66)

เมื่อดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามกระบวนการดังกล่าวแล้วสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ ในการประเมินผลบทเรียนนั้นควรนำโปรแกรมที่ได้ไปทดลองกับกลุ่มนักเรียนเพื่อศึกษาการใช้งานว่าใช้งานได้ดี บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ หากใช้งานได้ไม่ดีหรือมีที่ผิดอื่น ก็จะได้แก้ไขตัดแปลงให้เหมาะสมต่อไป จากนั้นจึงนำบทเรียนไปสอนหรือใช้งานจริง

ในการเลือกเนื้อหาบทเรียนควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับระดับชั้น วัย ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน และความยากง่ายของเนื้อหาควบคู่กันไป ทั้งยังต้องคำนึงถึง หลักจิตวิทยาพัฒนาการและการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะผู้เรียนมีระดับสติปัญญาสูงสามารถเรียนรู้และเข้าใจโปรแกรมที่เขียนขึ้นสำหรับผู้ที่มียุสสูงกว่าได้ ในขณะที่เดียวกัน ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำอาจเห็นว่า โปรแกรมเดียวกันนั้นยากเกินกว่าที่ตนจะเข้าใจ ดังนั้นการเลือกหรือผลิตซอฟต์แวร์จึงควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย การจัดเนื้อหา กิจกรรมในการเรียนรู้ ควรกระทำอย่างถูกต้องเหมาะสมและเป็นระบบ นอกจากนั้นแล้ว ในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โปรแกรมที่ถูกผลิตขึ้นนั้นควรเป็นโปรแกรมที่สามารถเข้าใจผู้เรียนให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน มีขั้นตอนในการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อน ผู้เรียนสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ไม่มีการหยุดชะงักบ่อยๆจนเกิดความเบื่อหน่าย ควรมีคำชี้แจงภายในโปรแกรมให้ละเอียดชัดเจน มีคำแนะนำหากผู้เรียนป้อนข้อมูลผิด มีคู่มือการใช้งานสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการทำงานได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้ได้ด้วยตนเอง

ผู้ออกแบบบทเรียนควรคำนึงถึงลำดับขั้นตอนของการเสนอบทเรียน ดังนี้

1. แสดงบทเรียนบนจอภาพเป็นหน้าๆ
2. แสดงคำถามบนจอภาพ
3. รอให้ผู้อ่านตอบคำถาม
4. หากตอบถูกจะแสดงความยินดี แล้วไปทำลำดับ 6



5. หากตอบผิดจะแสดงความเสียใจ แล้วบอกให้กลับไปอ่านข้อความนั้นใหม่แล้ว ตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ถ้ายังตอบผิดคอมพิวเตอร์จะเฉลยคำถามนั้นให้

6. แสดงบทเรียนต่อไป

เมื่อพิจารณาบทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถจัดแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลัก (primary CAI) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมทบ (adjunct CAI) (Chambers and Sprecher 1983 : 107-108)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลัก ทำหน้าที่ แทนการสอนตามปกติ สามารถใช้สอนโดยไม่ต้องมีการเสริมจากการสอนปกติในชั้นเรียน ความยาวของบทเรียนมักจะมากกว่า 1 ชม. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหล่านี้ไม่ค่อยเป็นที่รู้จัก และเข้าใจกันมากนักในวงการศึกษ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมทบ ทำหน้าที่ สนับสนุนการสอนตามปกติ บทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมทบมักจะมี ความยาวประมาณครึ่งชั่วโมง เนื้อหาของบทเรียนมักเป็นการเสริมความเข้าใจ

จากลักษณะการใช้งานและบทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเห็นว่า สามารถพัฒนาขึ้นใช้ได้กับทุกสาขาวิชา (Billings 1983 : 49) ขึ้นอยู่กับ ผู้สร้าง โปรแกรมและผู้ใช้ โดยต้องพิจารณาถึงความเหมาะสม คุ่มค่า ตลอดจนคุณภาพบทเรียน การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีโดยสรุปแล้ว 2 ประการคือ

1. ลดค่าใช้จ่าย โดยการลดเวลาที่ใช้ในการสอน ลดความจำเป็นที่ต้องใช้ผู้สอนที่มีประสบการณ์ ลดความจำเป็นในการใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงหรืออันตราย สามารถปรับปรุงเนื้อหาบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว

2. เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยใช้การสอนที่มีคุณภาพและคงตัว

ทั้งยังให้การเสริมแรงได้อย่างรวดเร็ว และมีระบบ ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ (ประสิทธิ์ สารภี 2521 : 25-27)

1. มีเทคนิควิธีการสอนแบบต่างๆที่เหมาะสมในการสอนวิชาต่างๆกัน โดยผสมผสานวิธีสอนแบบต่างๆเข้าด้วยกันโดยยึดเนื้อหาวิชา และลักษณะของผู้เรียนเป็นหลัก
2. สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้อย่างเป็นธรรมชาติที่สุด คอมพิวเตอร์จะต้องสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนด้วยภาษาที่ใช้กันตามปกติ สามารถจะเข้าใจความหมายของประโยคต่างๆได้ ตลอดจนสามารถสร้างประโยคโต้ตอบในการสนทนากับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี จะทำให้การสอนดำเนินไปอย่างไม่น่าเบื่อหน่าย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่
3. ต้องสามารถวินิจฉัยคำตอบของผู้เรียนได้ ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร และต้องรายงานผลให้ผู้เรียนทราบทันที พร้อมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆแล้วแต่กรณี
4. ต้องสามารถเก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นได้ ได้แก่ ข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียน เช่น คะแนนจากการเรียน เวลาที่ใช้ในการเรียน ความก้าวหน้าในการเรียน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียน แบบทดสอบ แบบฝึกหัด และสถิติการใช้ระบบข้อมูล เหล่านี้จะเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครูเพื่อนำไปวิจัยปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของระบบการสอนได้
5. ต้องให้ครูสามารถใช้และปรับปรุงเนื้อหาวิชาได้โดยง่าย ทั้งยังต้องสามารถเรียกข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับตัวผู้เรียนแต่ละคนมาดูได้ทุกโอกาส เพื่อติดตามผลการเรียนของผู้เรียนได้ทุกระยะ
6. ระบบต้องมีราคาถูก เพราะตามหลักธรรมดาแล้ว ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีนั้นต้องมีราคาแพง แต่ถ้าเป็นไปได้ควรจะใช้อุปกรณ์ต่างๆที่มีราคาถูกที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้โดยพิจารณาว่า ถ้าหากคุณภาพของการสอนไม่แตกต่างกันมากนัก ก็ควรเลือกอุปกรณ์ที่มีราคาถูก
7. ระบบจะต้องบริการผู้เรียนได้คราวละหลายคน และเปิดบริการแก่คนทั่วไปให้มากที่สุด ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ระบบแบ่งเวลา (time sharing system) ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนกับเครื่องได้คราวละหลายคน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้ดีขึ้น

จากงานวิจัยที่ผ่านมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ขอสรุปประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ได้ดังนี้

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการสอน

1. เป็นการสอนที่มีแบบแผน สามารถตรวจสอบได้และเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพสูงสำหรับ
ผู้เรียน
2. ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของการเรียน ข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนนั้นจะได้นำมาปรับปรุง
หลักสูตร
3. หลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถส่งเสริมการสอนได้
4. ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน

Gerrard(อ้างถึงใน กัลยา แก้วสุตา 2529:28) ได้ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์
ที่มีต่อครูไว้ดังนี้

1. ครูทำหน้าที่สอนหนักและทำงานทั้งวัน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดการทำงานที่นำเนื้อหา
งานที่ต้องทำซ้ำอยู่บ่อยๆออกไปอย่างมาก
2. จะทำให้ครูสามารถที่จะปรับปรุงตนเอง ให้มีประสิทธิภาพทันต่อเหตุการณ์
3. เป็นเครื่องมือที่สนับสนุนให้ครูใช้ โปรแกรมแตกต่างกันในแต่ละภาคการศึกษา
4. ทำให้ครูมีเวลาที่จะทำงานให้กับนักเรียน มีความสัมพันธ์กับเด็ก และช่วยเหลือ
เด็กแต่ละคนได้มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ยังมีประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามเอกัตภาพ นักเรียนเรียนได้ตามความสามารถของ
ตน นักเรียนเรียนไปช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานและความสามารถของผู้เรียนเอง
2. ให้ผู้เรียนได้เรียนและทำงานกับโปรแกรม (software) ที่กว้างขวางและดีกว่า
การสอนตามปกติ นักเรียนได้เรียนแบบ active learning ตลอดจนได้เรียนและแก้ปัญหาที่
ซับซ้อนมากกว่าการสอนปกติ

3. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปยาก
4. ผู้เรียนไม่สามารถพลิกแอบดูคำตอบได้ก่อนจึงเป็นการบังคับให้ผู้เรียนเรียนรู้จริงก่อนจึงจะผ่านบทเรียนนั้นไปได้
5. ผู้เรียนสามารถประเมินผลความก้าวหน้าได้โดยอัตโนมัติ มีการให้การย้อนกลับ (feedback) ทันทีทันใดทั้งยังให้การเสริมแรงได้อย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย
6. ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน เกิดกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลทั้งยังทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

นอกจากนี้แล้ว คอมพิวเตอร์สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียนเนื่องจากสามารถทำให้เกิดเสียง สี รูปภาพ กราฟ จึงทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ยังพบกับอุปสรรค และปัญหาบางประการ พอสรุปได้ดังนี้ (Forman 1983 : 133-134)

1. ปัญหาทางด้านการเงินที่จะสนับสนุนการจัดหา ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ตลอดจนบริการสนับสนุนต่างๆที่จะนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา เพราะระบบคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างแพง อีกทั้งการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนย่อมต้องใช้ค่าใช้จ่าย และเวลาในการสร้างมาก
2. ความสับสนในระยะแรกของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวกับภาษา และระบบของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกันไป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นกับคอมพิวเตอร์แบบหนึ่งอาจใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อีกแบบหนึ่งไม่ได้ ต้องดัดแปลงแก้ไขโปรแกรม
3. การขาดความรู้ความเข้าใจของนักการศึกษา ในการที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพ
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพต่ำ ไม่มีเอกสารประกอบหรือใช้งานได้กับคอมพิวเตอร์เพียงแบบเดียว

แม้ว่า จะได้มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขึ้นใช้อยู่ตลอดเวลา แต่ก็ยังไม่เป็นที่แพร่หลายอย่างจริงจัง ด้วยสาเหตุที่สำคัญหลายประการ

1. ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังไม่สามารถตรวจหาความหมายของคำถามของผู้เรียนได้เท่าครู
2. ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังไม่ค่อยมีความเป็นกันเอง การใช้ถ้อยคำต่างๆในการสอนหรือการแนะนำ มักจะเป็นมาตรฐานที่ตายตัวน่าเบื่อ
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อจำกัดทางด้านการโต้ตอบ เพราะไม่เหมือนกับการซักถามครู

ในปัจจุบัน การใช้คอมพิวเตอร์มีการพัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้งเพื่อแก้ปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ ได้มีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ในประเทศต่างๆหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ แคนาดา และญี่ปุ่น ในสหรัฐอเมริกานั้นระบบเพลโต (Plato System Programmed Logic for Automatic Teaching Operations) ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เกิดขึ้นที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (University of Illinois) อาจกล่าวได้ว่า เป็นโครงการคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีชื่อเสียงที่สุดในโลก ต้องใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่มาอย่างไรก็ตาม ด้วยสมรรถนะที่สูงมากของระบบนี้ทั้งในด้านการสร้างภาพ (graphics) และเสียง จึงคาดว่า ระบบเพลโตนี้ จะใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลักได้ดีในอนาคต

ส่วนประกอบของระบบเพลโต

ระบบเพลโตที่แพร่หลายอยู่นี้เรียกว่าเป็นระบบ stand-alone author and delivery system คือเป็นระบบจัดทำสอนโดยลำพังที่เอื้ออำนวยให้ครูหรือผู้สอนทำคำสอนด้วยลำพังตนเอง โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้ (ครรรชิต มาลัยวงศ์ 2528 : 9-10)

1. ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อจัดทำคำสอน (author station) ใช้สำหรับครูหรือผู้จัดทำคำสอนสร้างบทเรียน (courseware) ได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องมีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรม

2. ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียน (student station) ใช้สำหรับให้นักเรียนศึกษาบทเรียน และทำแบบฝึกหัดตามบทเรียนที่ได้จัดทำไว้
3. แผ่นดิสเก็ตบทเรียน (executor diskette) เป็นแผ่นดิสเก็ตพิเศษที่ใช้บันทึกบทเรียนต่างๆที่จัดทำขึ้น
4. ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างบทเรียน (author application models) ซอฟต์แวร์เหล่านี้ก็คือ โปรแกรมที่ครูสามารถนำมาใช้ในการสร้างบทเรียนต่างๆตามความต้องการบทเรียนนั้นอาจมีหลายรูปแบบ บางบทเป็นคำอธิบายเนื้อหา, บางบทอาจเป็นแบบฝึกหัดล้วนๆและบางบทเป็นการฝึกหัดจำลองงาน

โครงการที่มุ่งพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลักอีกโครงการหนึ่งในสหรัฐอเมริกาคือ โครงการทิสิต (TICCIT : Time-Shared Interactive Computer Controlled Information Television) โดยมหาวิทยาลัยเท็กซัส (University of Texas) โดยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ โดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับ โทรทัศน์ (ทักษิณา สนวนานนท์ 2529 : 28)

การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ในประเทศไทย

ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529 คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้สร้างระบบจัดทำบทเรียนโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมประเมินผลการ (F.E.P : Formation Evaluation Program) ลักษณะบทเรียนเป็นประเภทการทบทวนบทเรียนโดยได้รับความร่วมมือจากนักศึกษา ผู้มีความรู้ทางการเขียนโปรแกรมและแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา โดยมีข้อกำหนดที่สำคัญ 4 ประการคือ (บุญนาท ลายสนิทเสวีกุล 2530 : 54-58)

1. จะต้องแสดงผลได้ทั้ง ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
2. จะต้องใช้ง่ายทั้งสำหรับผู้เขียนและสำหรับอาจารย์ผู้สร้างเนื้อหา
3. ต้องมีกระบวนการที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ตามหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ เช่น การให้ผลย้อนกลับ การเสริมแรง เป็นต้น



4. เมื่อสร้างแล้วสามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชา

ต่อมาในเดือนกันยายน 2529 คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้สร้างระบบการจัดทำบทเรียนโดยใช้หลักการเสนอเดียวกับ F.E.P ขึ้นเป็นโปรแกรมที่สองเรียกว่า S.C.A.I: Systemic Control for Computer Assisted Instruction) สร้างขึ้นเพื่อใช้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 แบบคือ แบบแสดงข้อความ (text mode) แบบประเมินพัฒนาการ (formative evaluation) และแบบประเมินผลรวม (summative evaluation) ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับเครื่องฉายสไลด์ได้ (บุญนาท ลายสนิทเสวีกุล 2530 : 65-71)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชได้ทดลองโครงการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นสื่อเสริมในการเรียนการสอนทางไกล เป็นโครงการที่ได้รับความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช และมหาวิทยาลัยกัวแอลป์ ประเทศแคนาดา เพื่อนำระบบ VITAL (Vidiotex Integrated Teaching and Learning) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้าง เก็บ และแสดงข้อมูล ทั้งที่เป็นเนื้อหาสาระในภาษาไทย อังกฤษ และภาพประกอบ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้มีการโต้ตอบกันได้ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และนักศึกษา ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดวิชาที่เปิดสอน หรือใช้ระบบนี้ เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในชุดวิชาต่างๆ นอกจากนี้ ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ VITAL ยังสามารถสร้างงานกราฟิกสำหรับการผลิตรายการวิทยุโทรทัศน์ และสร้างต้นฉบับ (art work) สำหรับงานพิมพ์ของสำนักพิมพ์ของมหาวิทยาลัยได้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ VITAL นี้กำลังทดลองใช้ในชุดวิชาวิทยาศาสตร์กับสังคม และชุดวิชาสัณนิศาสตร์และธุรกิจ โดยมีเป้าหมายกำหนดการจะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวนี้ออกทดลองใช้ในเดือนกุมภาพันธ์ 2531 ที่ศูนย์บริการของมหาวิทยาลัยในจังหวัดเชียงใหม่ ขอนแก่น และกรุงเทพมหานคร (ชูศักดิ์ เพรสคอกท์ 2531 : 131-132)

จะเห็นได้ว่า ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา มนุษย์ได้พยายามแก้ไขข้อบกพร่องในจุดต่างๆ และก้าวเข้าสู่ยุคปัญญาประดิษฐ์ พัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็กลายมาเป็นระบบ ICAI (Intelligent CAI) กล่าวคือระบบที่ใช้ใน CAI คือ expert system หรือระบบผู้เชี่ยวชาญนั่นเอง ระบบดังกล่าวเป็นการจัดเก็บความรู้ในลักษณะฐานความรู้ มีระบบการให้เหตุผลมีการประยุกต์ใช้ในการประมวลผล ใช้ภาษารวมชาติทำให้พูดคุยกับคอมพิวเตอร์เป็นภาษามนุษย์ มีความสามารถในการอธิบายให้เหตุผลได้ จุดมุ่งหมายของการใช้เทคโนโลยีใหม่นี้ก็เพราะต้องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถปรับระดับความรู้และสามารถรับรู้การถามคำถามได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ทั้งยังต้องการแก้ปัญหาทางความสามารถของคอมพิวเตอร์ดังที่กล่าวมา (เย็น ภู่วรรณ 2531 : 128-129)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในด้านทัศนคติที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติที่มีต่อคอมพิวเตอร์ไว้มากมาย เช่น แมทริสและคณะ (Mathis et al 1970 : 46-51) พบว่าโดยทั่วไปแล้วผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สอดคล้องกับ คลีเมนต์ (Clement 1981 : 28) ได้สำรวจงานวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติของผู้เรียนต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า ผู้เรียนโดยทั่วไปมีทัศนคติที่ดีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีสาเหตุมาจาก

1. ผู้เรียนควบคุมอัตราความก้าวหน้าด้วยตนเอง (self-paced)
2. เมื่อผู้เรียนทำผิดไม่รู้ลึกระดากาย เพราะไม่มีใครทราบ
3. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที
4. รู้สึกว่าเรียนได้ดีกว่าวิธีธรรมดา

ซึ่งตรงกับคาสเนอร์ (Casner 1987 : 7106A) พบว่า นักเรียนชายที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ดีกว่านักเรียนชายที่เรียนจากการสอนปกติ และเมื่อให้ทำหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีความชอบที่จะเรียน คิดว่าปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุกสนาน นอกจากนั้นแล้ว คลาเรนซ์

อัลฟอนโซ กราสตี (Clarence Alfonso Grasty 1985 : 194) ยังได้ทำการสำรวจทัศนคติต่อครูที่มีต่อการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ช่วยสอนในโรงเรียน พบว่า ครูคณิตศาสตร์ และภาษาต่างประเทศ มีทัศนคติที่ต่อการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นอย่างดี และสิ่งที่ยังเป็นปัญหาคือ การขาดแคลนความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ และประสบการณ์ที่จะนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพในชั้นเรียน

เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โอเดน (Oden 1982 : 335-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและจากการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนสูงกว่า กลุ่มที่เรียนจากการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตรงกับงานวิจัยของเมอร์ริท (Merritt 1983 : 34-A) พบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าในวิชาคำนวณ และเชอร์ลีย์ แอนน์ วิลสัน (Shirley Anne Willson 1985 : 145) ทำการศึกษาเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อการเรียนพีชคณิต ในบทเรียนที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ (concept) และแบบฝึกหัด พบว่า ผู้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นอกจากนี้ ลาร์รี่ เกเลน เทอร์เนอร์ (Larry Glen Turner 1985 : 135) ยังได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะของการเรียนเป็นคู่ และการเรียนเดี่ยว พบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ในลักษณะที่เป็นคู่ (เรียน 2 คน ต่อ 1 เครื่อง) หรือ เดี่ยว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มที่เรียนเป็นคู่มีความกังวลใจและความเข้าใจในวิชาการเรียนคณิตศาสตร์ น้อยกว่า กลุ่มที่เรียนคนเดียว และในปี 1986 นีล ชาร์ลส์ จอห์นสัน (Neal Charles Johnson 1986 : 201) ได้ทำการวิจัย เรื่องการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สอนมโนทัศน์ทางสถิติ โดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ สอนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีภาพกราฟิกเคลื่อนไหวให้ผลแตกต่าง

จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ไดแอน ไลน์ดาร์ลิง (Diane Lind Darling 1986 : 82) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีต่อการเรียนรู้ทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มนักเรียนที่เรียนอ่อนจำนวน 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะและนักปฏิบัติโดยคอมพิวเตอร์ และไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ฝึกทักษะ 10 ทักษะ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกโดยคอมพิวเตอร์ได้ผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ 1 ทักษะ สูงกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ 6 ทักษะ แต่ต่ำกว่า 3 ทักษะ สรุปได้ว่าการฝึกทักษะพื้นฐานด้านคอมพิวเตอร์ระหว่างกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะและกลุ่มปฏิบัติโดยใช้วิธีการธรรมดาให้ผลไม่แตกต่างกัน

สถาบัน แอสบิวรี พาร์ค (asbury park) ในสหรัฐอเมริกาได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม โดยมีจุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อการปรับปรุงทักษะทางด้านคณิตศาสตร์โดยใช้ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้ได้รับการยกย่อง เป็นงานวิจัยตัวอย่างด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาจาก The United States Department of Education's National Diffusion Network (NDN) จัดทำเนื้อหาพีชคณิต เรขาคณิต แคลคูลัส และคณิตศาสตร์ประยุกต์ ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการศึกษาดังกล่าวสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ (Pan Trim 1986 : 76)

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ทั้งยังทำให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และเห็นว่า การเรียนคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุกสนาน

การกำหนดอัตราความก้าวหน้า

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นิยมใช้ในปัจจุบันนั้นส่วนใหญ่แล้วจะเป็น โปรแกรมที่มุ่งตอบสนองต่อความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนมีโอกาสควบคุมอัตราความก้าวหน้าด้วยตนเอง ผู้ที่เรียนเร็วก็จะก้าวหน้าไปได้เร็ว ส่วนผู้เรียนช้าก็จะก้าวหน้าไปช้าตามความสามารถโดยไม่ต้องรอกันขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญาที่แตกต่างกัน แต่จากการพัฒนาด้าน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์สามารถกำหนดอัตราความก้าวหน้าทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้ เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถที่จะบันทึก และกำหนดเวลาการเรียนให้กับผู้เรียนได้ จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการที่ให้ผู้เรียนได้เรียนตามอัตราความก้าวหน้า และความสนใจของตนเอง ไปสู่การกำหนดอัตราความก้าวหน้าให้แก่ผู้เรียนขึ้นอยู่กับ ผู้สร้าง โปรแกรมจะสร้าง โปรแกรมขึ้นในลักษณะใด

เมื่อพิจารณาถึง ลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่กำหนดอัตราความก้าวหน้า โดยโปรแกรม (external-paced program) แล้ว องค์ประกอบทางจิตวิทยาที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการกำหนดอัตราความก้าวหน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ในเรื่องของการทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจ วิททรอก (Wittrock, M.C. : 1979) กล่าวว่า การกำหนดอัตราความก้าวหน้าให้กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ และตั้งใจเรียนบทเรียนมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้นในเวลาทีน้อยลง (Belland 1985 : 186) ความตั้งใจเป็นองค์ประกอบทางจิตวิทยาที่มีความสำคัญ และมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนมักพบอยู่เสมอว่า นักเรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมแตกต่างกัน มีความตั้งใจเรียนไม่เท่ากัน ความตั้งใจเรียนของนักเรียนจะมีผลต่อการเรียนรู้ และเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ควบคุมความก้าวหน้าในขบวนการเรียนให้ดำเนินไปด้วยดี

การตั้งใจเรียนมีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการศึกษาของฮอก และ ลูซซ์ (Hoge and Luce 1978 : 479-496) พบว่า นักเรียนที่มีพฤติกรรมการตั้งใจเรียนในห้องเรียนน้อย จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ส่วนนักเรียนที่มีการตั้งใจเรียนในระดับสูงจะมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

จากการศึกษาของฮอปส์ และ คอปป์ (Hops and Copp 1973 : 108-113) ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนเกรด 1 จำนวน 18 คน พบว่า การเพิ่มพฤติกรรมการตั้งใจเรียนในช่วงเวลาการอ่านสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านให้กับนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ แซมมวอลล์ และ เทอร์เนอร์ (Samuels and Turners 1974 : 29-32) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมตั้งใจเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 1 อายุ 6 ปี จำนวน 85 คน พบว่า พฤติกรรมการตั้งใจเรียนในช่วงเวลาการอ่านมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

จะเห็นได้ว่า ความตั้งใจจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักการศึกษาจึงได้พยายามหาเทคนิควิธีต่างๆ เพื่อเสริมสร้างความคิดตั้งใจให้กับผู้เรียน และเทคนิควิธีอย่างหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจในการเรียนได้คือ การกำหนดอัตราความก้าวหน้าให้แก่ผู้เรียน

กรูฟเปอร์ (Groppe, GL : 1964) ทำการวิจัยถึงผลการกำหนดอัตราความก้าวหน้าด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาด้วยโทรทัศน์ พบว่า การใช้วิธีกำหนดอัตราความก้าวหน้าที่แน่นอน (fix paced method) ให้ประสิทธิภาพทางการเรียนสูงกว่าการไม่กำหนดอัตราความก้าวหน้า (Belland 1985 : 186) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Reiser (1984) พบว่า การควบคุมความก้าวหน้าโดยสิ่งเร้าภายนอก ให้ผลดีกว่าการไม่กำหนดอัตราความก้าวหน้า

ส่วน คาร์เพนเตอร์ และ กรีนฮิล (Carpenter and Greenhill 1985 : 110-112) เปรียบเทียบผลของอัตราความเร็วเฉพาะตัวโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่เสนอทางโทรทัศน์หรือภาพยนตร์ และปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และ ฟราย (Frye 1963 : 193-196) ได้วิจัยพบว่าถ้านักเรียนกลุ่มนี้ประกอบด้วย นักเรียนที่มีความสามารถคล้ายกัน การควบคุมจากภายนอกก็เหมือนกับการควบคุมตนเอง

และในปี 1985 เบลแลนด์ (Belland ,John C. 1985 185-186) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ กลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประเภท คือ 1. กำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยผู้เรียน (SP) 2. กำหนดอัตราความก้าวหน้าภายนอกและเวลาการคิด (EP+CP) 3. กำหนดอัตราความก้าวหน้าภายนอกอย่างเดียว (EP-CP) 4. กลุ่มควบคุม พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสอนทั้ง 3 แบบ ต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ การจัดระดับของการกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสม ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาและระดับการเรียนรู้ที่สูงกว่าผู้เรียนที่กำหนดอัตราความก้าวหน้าด้วยตนเอง และยังใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่า ซึ่งคะแนนเฉลี่ยกลุ่มที่ 1 และกลุ่ม ที่ 2 ต่างกันคือคะแนนเฉลี่ยกลุ่ม 1 เท่ากับ 10.57 ในเวลา 50.36 นาที กลุ่มที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 12.22 ใช้เวลา 44.64 นาที นอกจากนี้ยังกล่าวว่า การกำหนดอัตราความก้าวหน้าให้ผู้เรียนที่เหมาะสมเป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจเรียนบทเรียนมากขึ้น ทั้งยังทำให้ผู้เรียนเรียนบทเรียนด้วยความระมัดระวังมากยิ่งขึ้น

จากผลงานการวิจัยและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า อัตราความก้าวหน้าที่ถูกกำหนดโดยผู้เรียน หรือ โดยโปรแกรมมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในต่างประเทศ ผู้วิจัยจึงทำการทดลองถึงประเภทของ โปรแกรมทั้งสองประเภท ว่าจะมีผลอย่างไรต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กไทยในการเรียนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์