

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งพอนำเสนอเป็นแนวทางในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
3. เจตคติ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

ยี่น ภูววรรณ (2536, หน้า 121) กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน”

ทักษิณา สอนานนท์ (2530, หน้า 206) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล นักเรียนแต่ละคนจะนั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง แล้วเรียนโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นๆ โดยแต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน รอจนกว่าจะพร้อมแล้วก็จะส่งคอมพิวเตอร์ว่าต้องการทำต่อหรืออาจทดสอบความรู้ด้วยการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ โดยแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบส่วนมากจะเป็นแบบให้เลือกตอบ เมื่อทำเสร็จแล้วคอมพิวเตอร์จะตรวจให้ทันที มีการชมเชยและให้กำลังใจถ้าทำถูกหรือต่อว่าเมื่อทำผิด

หรืออาจจะสั่งให้กลับไปอ่านใหม่ เป็นต้น หลังจากนั้นจะแจ้งให้ทราบว่าทำถูกก็ข้อ ผิดก็ข้อ จำเป็นหรือไม่ที่จะกลับไปศึกษาใหม่หรือให้ศึกษาบทเรียนต่อไปเลย

กิดานันท์ มะลิทอง (2536, หน้า 187) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction, CAI) สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูล que ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ปัจจุบันมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบต่างๆ โดยในแต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบด้วย ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนไม่รู้สึกลำบากหน่าย

สุกัญญา นิমানันท์ (2536, หน้า 11) กล่าวเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นบทเรียนที่ผู้สอนจัดเตรียม หรือมอบหมายให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองซึ่งก็มีความคล้ายคลึงกับบทเรียนด้วยตนเองประเภทอื่นๆ ที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมอัตราความช้า ความเร็วในการเรียนของตนเอง แต่บทเรียน CAI เป็นบทเรียนที่มีลักษณะพิเศษคือผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์หรือโต้ตอบกับบทเรียนได้ทันทีและตลอดเวลาในขณะที่เรียน

सानนท์ เจริญฉาย (2533, หน้า 170) กล่าวว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นกระบวนการสอนอย่างหนึ่งที่มุ่งตอบสนองการเรียนเป็นรายบุคคล คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่ดีมากในปัจจุบัน เพราะสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ทันทีทันใดทำให้บทเรียนดูมีชีวิตชีวา จึงทำหน้าที่แทนครูผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ"

ภพ เลานไพบูลย์ (2537, หน้า 226) กล่าวเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาความรู้บนจอหรือมอนิเตอร์ (Monitor) จัดเป็นสื่อแบบปฏิสัมพันธ์เรียนด้วยตนเองได้แต่ต้องออกแบบโปรแกรมให้เหมาะสม ผู้เรียนได้สัมผัสโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ซึ่งคอมพิวเตอร์ได้เก็บข้อมูลเนื้อหาวิชาและจัดเรียงลำดับไว้แบบเดียวกับแบบเรียน โปรแกรม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนมีชนิดและฝึกหัดด้วยสถานการณ์จำลอง และเกม

จากความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ สามารถสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์จัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยมีการกำหนดเนื้อหาและเรียงลำดับของเนื้อหาไว้ในลักษณะเดียวกับบทเรียน

โปรแกรม ซึ่งผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราความเร็วหรือช้าในการเรียนได้ด้วยตนเองตามความสามารถในการรับรู้ของผู้เรียน

หลักการพื้นฐานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนต้องเรียนด้วยตนเอง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสื่อการเรียนการสอนลักษณะอื่นๆ เช่น บทเรียนสำเร็จรูป เป็นต้น แต่ต่างกันตรงที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนแทนที่จะใช้เอกสารสิ่งพิมพ์ ดังที่ สาคร แสงผึ้ง (2539, หน้า 3) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า หลักการพื้นฐานการสร้างบทเรียน CAI ก็คือ หลักการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปหรือสื่อการเรียนด้วยตนเอง โดยทั่วๆ ไปนั้นยึดทฤษฎีการวางเงื่อนไขและทฤษฎีการเสริมแรงเป็นหลักซึ่งสาระสำคัญ คือ บทเรียนจะเป็นสิ่งเร้า (Stimulus) หรือเงื่อนไข (Condition) ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ หรือตอบสนอง (Response) โดยแบ่งพฤติกรรมหรือ Concept ย่อยๆ ให้ผู้เรียนตอบสนองตามเงื่อนไข เช่น ตอบคำถามสั้นๆ เลือกตอบคำถามที่ถูก จับคู่ หรือเงื่อนไขอื่นๆ ตามความรู้สึก ความคิดความเข้าใจที่เกิดขึ้นขณะนั้น หลังจากที่ได้ตอบสนองไปแล้ว จะมีการแจ้งผลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) ซึ่งการแจ้งผลย้อนกลับจะมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ประสบผลสำเร็จคือความถูกต้อง ซึ่งเรียกว่า Positive Feedback และอีกลักษณะหนึ่งคือ การรู้ว่าทำผิด ไม่ถูกต้อง ซึ่งเรียกว่า Negative Feedback

บุศรินทร์ ปัทมาคม (2537, หน้า 61) กล่าวถึงแนวการจัดการสอนรายบุคคลสรุปได้ว่าแนวคิดในเรื่องการสอนรายบุคคล เป็นวิธีการสอนซึ่งอาจใช้สื่อประสมที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยอาศัยแรงจูงใจ วินัยในตนเอง ความสามารถในการแก้ปัญหาและการคาดการณ์ของผู้เรียน ซึ่งสภาพความเจริญทางเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการศึกษารายบุคคล

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าหลักการพื้นฐานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลักการเดียวกันกับการสอนรายบุคคล เช่น บทเรียนโปรแกรม หรือบทเรียนสำเร็จรูป ฯลฯ นั่นเอง กล่าวคือ อาศัยทฤษฎีการวางเงื่อนไข และทฤษฎีการเสริมแรงเป็นหลัก โดยผู้เรียนจะได้รับการเสริมแรงให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ต่อไป (Positive Feedback) และเกิดความต้องการแก้ตัวหรือทำใหม่เมื่อผู้เรียนได้รับรู้ว่าทำผิด (Negative Feedback)

ประเภทของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การจัดประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction หรือ CAI) ครรชิต มัลลียงส์ (2532, หน้า 64-67) ได้กล่าวถึงประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิด Drill and Practice เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มุ่งเน้นพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ โดยจะเริ่มต้นด้วยการแสดงตัวอย่างซึ่งคอมพิวเตอร์จะแก้ปัญหาให้ดูทีละขั้น จากนั้นจึงหยิบเอาโจทย์มาให้ให้นักเรียนลองแก้ปัญหาดู

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิด Tutorial ซึ่งมีจุดเน้นที่จะสอนเนื้อหาของหลักการหรือวิชาให้มากที่สุด นั่นคือจะให้คอมพิวเตอร์มีบทบาทเป็นตัวหลักซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายกับเป็นหนังสือหรือตำราเล่มหนึ่งที่เรียกว่า Programmed Textbook ซึ่งแบ่งข้อความออกเป็นกรอบ แต่ละกรอบอธิบายเนื้อหาเล็กน้อยแล้วก็ตั้งคำถาม ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ แบบเส้นตรง (Linear Tutorial) และแบบกิ่งหรือสาขา (Branching Tutorial)

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดจำลองสถานการณ์ เป็นการจำลองสถานการณ์ให้เกิดขึ้นในเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น สร้างสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการทดลองเคมี ให้นักเรียนกำหนดสัดส่วนของสารเคมีที่จะใช้ กำหนดอุณหภูมิ ความดันและเวลา แล้วดูว่าสารเคมีมีปฏิกิริยาอย่างไร

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดเกม เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นความสนุกสนาน มีความท้าทายและเชิญชวนให้สนใจ ซึ่งยังแบ่งเป็นเกมต่างๆ ไปเน้นรูปภาพสวยงามมีเสียงประกอบเพื่อความเร้าใจ ไม่มีประโยชน์มากนัก ส่วนอีกประเภทหนึ่งได้แก่ เกมจัดการ (Management Game) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับสอนการตัดสินใจเรื่องการบริหารและการจัดการ

ยีน ภูววรรณ (2536, หน้า 121-122) กล่าวถึงการแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ว่า การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งได้หลายแบบ เช่น แบ่งตามลักษณะของการใช้งาน แบ่งตามระดับความฉลาด ฯลฯ การแบ่งตามลักษณะการใช้งานแบ่งได้เป็น 3 แบบคือ

1. เครื่องเปิดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Page Turners) เป็นโปรแกรมช่วยสอนเกี่ยวกับการทำงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งคล้ายกับการให้คำแนะนำการใช้งานต่างๆ

2. แบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice Monitors) เป็นแบบที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติในบางครั้งอาจเป็นการทดสอบ โดยเครื่องจะพิมพ์คำถามและรอคำตอบเพื่อตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง

3. ครูอิเล็คทรอนิกส์ (ICAI-Intelligent Tutoring System) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถเลือกบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน สามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้อย่างถูกต้อง มีการใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้องในการทำงานของระบบ

การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความฉลาดของระบบแบ่งได้เป็น 3 แบบคือ

1. ประเภทคำสอนตายตัว จะเป็นโปรแกรมตายตัว โดยมีการกำหนดลักษณะคำถามที่แน่นอน เป็นโปรแกรมที่สร้างง่ายไม่ซับซ้อน สามารถวัดผลได้จากคำตอบที่ได้

2. ประเภทสร้างคำสอนเอง เหมาะกับบางวิชา เช่น คณิตศาสตร์ เครื่องสามารถสร้างคำถามเองได้หลายอย่างที่มีคำถามคล้ายกันแต่ไม่ซ้ำกัน

3. ประเภทเปลี่ยนคำสอนเอง แบบนี้จะใช้หลักการของปัญญาประดิษฐ์มากขึ้น เช่น ระบบจะสร้างคำถามขึ้นเอง แล้ววัดความสามารถของนักเรียนถ้านักเรียนเข้าใจก็จะกำหนดบทเรียนใหม่ให้ยากขึ้นถ้านักเรียนไม่เข้าใจ หรือระดับความสามารถของนักเรียนยังไม่ถึงขั้นก็จะลดบทเรียนให้ง่ายลง

พรพรรณ ไวกยางกูร และณภพินท์ อนันตรศิริชัย (2533, หน้า 33) กล่าวถึงประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ คือ

1. โปรแกรมฝึกหัด (Drill and Practice) โปรแกรมประเภทนี้ใช้สำหรับฝึกหัดทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาแล้ว หรือเพื่อพัฒนาทักษะเฉพาะเรื่องโดยคอมพิวเตอร์จะเสนอบทเรียนในรูปของแบบทดสอบหรือโจทย์ที่ละเอียดซับซ้อนเปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียนกับคำตอบที่ถูกต้อง ถ้านักเรียนตอบผิดในครั้งแรกคอมพิวเตอร์จะถามคำถามเดิม ถ้าครั้งที่สองยังตอบผิดอีกคอมพิวเตอร์จะเฉลยคำตอบแล้วเสนอแบบฝึกหัดหรือโจทย์ข้อต่อไป หรืออาจจะยังคงถามคำถามเดิมไปจนกว่านักเรียนจะตอบถูกแล้วจึงค่อยเสนอแบบฝึกหัดหรือโจทย์ข้อต่อไป

2. โปรแกรมช่วยสอน (Tutorial) โปรแกรมประเภทนี้ส่วนใหญ่ใช้สอนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ หรือมโนทัศน์ (Concept) ใหม่ๆ คอมพิวเตอร์จะเสนอบทเรียนแล้วจึงทดสอบนักเรียนด้วยคำถามแบบต่างๆ คอมพิวเตอร์จะประเมินคำตอบของนักเรียนที่บันทึกไว้ทั้งหมด แล้วจึงเสนอเนื้อหาในบทเรียนต่อไป ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนมากน้อยเพียงใด ข้อดีของโปรแกรมแบบนี้ก็คือ ผู้เรียนสามารถเลือกเรื่องที่จะเรียนได้ตามถนัด ตามความสามารถของตน เพราะลักษณะโปรแกรมจะออกแบบไว้ให้เขาสามารถเลือกเรื่องที่จะเรียนได้ตามต้องการ

3. โปรแกรมสถานการณ์จำลอง (Simulation) โปรแกรมประเภทนี้จัดว่ามีประโยชน์และกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้มากที่สุด เพราะเป็นการจำลองสถานการณ์จริงให้นักเรียนได้ศึกษาอย่างใกล้ชิด

เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะในการตัดสินใจแบบต่างๆ และเห็นผลของการตัดสินใจทันที โปรแกรมสถานการณ์จำลองมีประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มาก

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530, หน้า 216) กล่าวถึงการแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า แบ่งออกเป็น 7 ประเภทสรุปได้ดังนี้

1. การฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัด (Drill) เป็นวิธีที่เริ่มต้นด้วยการเตรียมเนื้อหาให้อ่านและมีแบบฝึกหัดเพื่อการวัดความเข้าใจ เพื่อทบทวนและเพื่อช่วยเพิ่มพูนความรู้หรือความชำนาญ แบบฝึกหัดมักจะเป็นบทเรียนที่สั้นๆ ที่นิยมมากคือ จับคู่ ซ้ำว่าถูก/ผิด และเลือกข้อที่ถูกจากตัวเลือก 3-5 ตัวเลือก โดยให้เริ่มจากง่ายไปจนถึงยาก การเตรียมคำถามจะต้องเตรียมไว้ให้มากเพื่อผู้เรียนสามารถสุ่มเลือกคำถามขึ้นมาทำ เพื่อไม่ให้จำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อน หรือจำได้จากการทำในครั้งแรก วิธีนี้จะช่วยประกันได้ว่าแบบฝึกหัดที่ทำทุกครั้งจะถูกเรียงข้อต่างกันผู้เรียนจะต้องไม่สามารถจำได้ โปรแกรมดีๆ จะต้องทำให้ผู้สอนวิจัยได้ด้วยว่าข้อทดสอบแต่ละข้อถ้าผู้เรียนตอบอย่างหนึ่งจะแสดงผลอย่างหนึ่ง ผู้สอนน่าจะมีโอกาสแก้ไขปรับปรุงตกแต่งแบบฝึกหัดให้เข้ากับกลุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะกลุ่มได้ด้วยการเก็บประเมินผลการเรียนของผู้เรียนมีส่วนสำคัญบางโปรแกรมอาจจะบังคับให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนจนกว่าจะถูกต้องถึงร้อยละ 80 จึงถือว่าสอบผ่านได้

2. การเจรจา (Dialogue) วิธีนี้ได้รับความนิยมมาก ถึงแม้ว่าวิธีการจะค่อนข้างยุ่งยาก คือพยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียนเพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาตามลักษณะแบบสอบถามก็เป็น การแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจได้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์อาจเป็นการสมมุติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้

3. การจำลองสภาพ (Simulation) เป็นการเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริงเพราะบางทีประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไป หรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิธีขับเครื่องบินผู้เรียนน่าจะได้ลองขับเครื่องจำลอง (ด้วยคอมพิวเตอร์) การสอนด้วยวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความชำนาญอย่างแท้จริงความสำเร็จจริงๆ ก็อยู่ที่ว่า CAI นั้นสามารถจำลองสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด การจำลองมี 3 ลักษณะ คือ

3.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่น จำลองระบบการจัดจราจรวันเวย์ในนครหลวงดูว่าจะมีปัญหาอย่างไรหรือไม่ ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริง

3.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience Encounter Simulation) เช่น การลองให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานบางอย่าง หรือตัดสินใจในบางเรื่อง การทำจริงอาจยังไม่เกิดแต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่าประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไรถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่าควรพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นต่างๆ อย่างไร

4. เกม (Game) การเรียนรู้จากการเล่นเกมเป็นกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนาน และหากเลือกเล่นให้เป็นแล้วเกมจะช่วยให้การเรียนรู้เป็นอย่างมากโรงเรียนบางแห่งนำเกมมาเล่นในโรงเรียนโดยเห็นว่ามีคุณค่าทางการศึกษา

5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) CAI ประเภทนี้จะเน้นให้ผู้ฝึกการคิดการตัดสินใจโดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น การประกวดนางสาวไทย เราอาจโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์ตัดสินใจโดยกำหนดเกณฑ์ "ต้อง" และ "ควร" ให้ต่างกันมากๆ เป็นต้นว่า ต้องมีความสุข ควรมีความร่าเริง น้ำหนักของสองข้อนี้จะเท่ากันไม่ได้ ถ้าคะแนนมารยาทงามได้ 100 แต่คะแนนความสุขได้ 49 ก็ควรจะ "ตกรอบ" เพราะเกณฑ์ความสุขเป็น "ต้อง" เกณฑ์มารยาทงามเป็น "ควร" อีกคนหนึ่งอาจได้คะแนนความสุข 70 และคะแนนมารยาทงาม 49 ถ้ามีการตัดสินใจการประกวด คนหลังควรเป็นนางสาวไทย เพราะคะแนน "ต้อง" ผ่าน คะแนน "ควร" ตก ทั้งๆ ที่คนหลังได้คะแนนรวมเพียง 119 คนแรกได้ถึง 149

6. การค้นพบของใหม่ ประสบการณ์เป็น "ครู" ที่ดี การให้โอกาสผู้เรียนมีประสบการณ์ในด้านต่างๆ มาก ผู้เรียนจะเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง เป็นต้นว่า การคิดภาษาโลโก (LOGO) ทำให้นักเรียนตัวเล็กๆ สามารถเข้าใจอะไรได้ง่ายๆ เพราะโลโกเป็นภาษาอังกฤษ ขณะที่ผู้เรียนเรียนการใช้ภาษาต่างๆ ของโลโกแล้วลองใช้คำสั่งต่างๆ จะทำให้มีภาพเกิดขึ้นเขาก็จะเรียนรู้ไปด้วยตั้งแต่ศัพท์หลักการพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์ เรขาคณิต เช่น การทำมุมต่างๆ เป็นต้น

7. การทดสอบ การใช้ CAI มักจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำต้องคำนึงถึงหลักต่างๆ ดังนี้

7.1 การสร้างข้อสอบ

7.2 การจัดการสอบ

7.3 การตรวจให้คะแนน

7.4 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

7.5 การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

บุรณะ สมชัย (2538, หน้า 28-32) ได้กล่าวถึงประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า บทเรียน CAI จำแนกได้ 7 ประเภทสรุปได้ดังนี้

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นบทเรียนโปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้ เมื่อยังไม่เข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ
2. แบบเจรจา (Dialogue) เป็นลักษณะพูดคุยได้ ได้ตอบได้ ใช้ในการเรียนด้านภาษาหรือกับนักเรียนระดับอนุบาลหรือประถมศึกษาตอนต้น เป็นต้น
3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ใช้กับการเรียนที่เรียนกับของจริงได้ยาก หรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางในอวกาศ เป็นต้น
4. เกม (Game) เป็นการเรียนรู้จากเกมที่จัดทำด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมต่อภาพ เกมต่อคำศัพท์ เกมทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) เป็นการเรียนรู้ที่ให้คอมพิวเตอร์สุ่มข้อมูลมาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ หรือแก้ปัญหา เช่น วิชาสถิติ วิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น
6. การค้นพบสิ่งใหม่ๆ (Investigation) เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้นแล้วให้นักเรียนค้นหาข้อเท็จจริง เช่น ผสมพยัญชนะหรือคำศัพท์โดยคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายคำตรงข้าม คำใกล้เคียง เป็นต้น
7. การทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบความรู้และความสามารถของผู้เรียนโดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบให้และทำการประมวลผลให้ทราบในทันที เช่น การทดสอบพื้นฐานความรู้ การทดสอบ IQ เป็นต้น

จากประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นักการศึกษาหลายๆ ท่านได้กล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นิยมใช้แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบโปรแกรมการสอน (Tutorial) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยนำเสนอเนื้อหา หลักการเพื่อทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โน้ตทัศน์หรือความรู้ใหม่ๆ เหมือนอ่านตำราเล่มหนึ่งแล้วมีการตรวจสอบความรู้นั้น เพื่อเป็นการตัดสินใจว่าผู้เรียนจะเรียนในบทเรียนต่อไปได้หรือไม่ แล้วแจ้งผลย้อนกลับให้ผู้เรียนทราบทันที

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อฝึกหัดและทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนผ่านไปแล้ว

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม (Game) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการทำกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนาน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation or Modeling) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างบทเรียนที่ปฏิบัติจริงได้ค่อนข้างยาก หรือเสี่ยงอันตราย

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบโปรแกรมการสอน (Tutorial) เนื่องจากการนำเสนอทั้งเนื้อหาในบทเรียนเพื่อเป็นการสอนความรู้ใหม่ และมีการใช้คำถามเพื่อวัดผลและให้ผลย้อนกลับทำให้ผู้เรียนทราบบทที่

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ครรรชิต มาลัยวงศ์ (2532, หน้า 69-70) กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 2 ด้านสรุปได้ดังนี้

1. ประโยชน์สำหรับผู้เรียน การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อให้เกิดประโยชน์ดังต่อไปนี้แก่ผู้เรียน
 - ใช้เวลาให้เป็นประโยชน์ได้ดีที่สุด ซึ่งเป็นการใช้หลักการที่ว่า Individualized Learning ซึ่งหมายถึงว่านักเรียนจะเรียนช้าหรือเร็วเท่ากับความสามารถของตนเองซึ่งทำให้คนฉลาดเรียนรู้ได้เร็วไม่ต้องรอคนอื่น
 - ใครพร้อมก็เรียนได้ ในกรณีของการฝึกอบรมนั้น บางครั้งผู้เรียนหลายคนไม่พร้อมการฝึกก็ต้องเลื่อนออกไปทำให้เสียเวลา แต่การใช้ CAI ช่วยในเรื่องนี้ได้ใครพร้อมก็เรียนได้
 - บทเรียนมีลักษณะคงเส้นคงวา ซึ่งต่างจากครูการสอนจะขึ้นอยู่กับอารมณ์ และการเตรียมการสอน
 - ลดเวลาเดินทาง ซึ่งสามารถเรียนที่บ้านได้หากที่บ้านมีเครื่องคอมพิวเตอร์
 - สามารถเรียนได้ทั้งกลางวันและกลางคืน
2. ประโยชน์สำหรับผู้สอน
 - ลดการเตรียมการสอนในระยะเวลายาว
 - ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนได้เร็ว และสามารถควบคุมผลสัมฤทธิ์ได้ง่าย

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, หน้า 12) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 3 ข้อสรุปได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนคนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริมหรือสอนทบทวน การสอนปรกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำหรือจัดการสอนเพิ่มเติมให้กับผู้เรียนที่ตามไม่ทัน
2. ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก เช่น ที่บ้าน นอกจากนั้นยังสามารถเรียนในเวลาใดก็ได้
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีถูกต้องตามหลักของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนและจะสนุกสนานไปกับการเรียน

จากประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ได้ใน 2 ด้านที่สำคัญคือ ด้านผู้เรียน กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตลอดเวลาเมื่อผู้เรียนพร้อม และบทเรียนยังมีความคงเส้นคงวาไม่ขึ้นกับอารมณ์ของครูผู้สอน และการเตรียมการสอน รวมทั้งผู้เรียนยังสามารถเรียนรู้เมื่อใดก็ได้ถ้ามีคอมพิวเตอร์ และอีกด้านหนึ่งคือ ด้านผู้สอน โดยผู้สอนจะได้รับประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านการเตรียมการสอน และสามารถปรับปรุงบทเรียนได้เร็วและสามารถควบคุมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ง่าย

ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถใช้ในการเรียนการสอน ควรมีลักษณะเป็นแบบใดบ้างนั้นได้มีนักการศึกษากล่าวไว้ดังนี้

ไพโรจน์ ตริรัตนกุล (2528, หน้า 76-77) กล่าวถึงลักษณะโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำคัญมี 9 ประการสรุปได้ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่สอนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะบรรจุข้อความที่ต้องการสื่อความ โดยควรเป็นข้อความที่ย่อกระชับรัดแต่สื่อความหมายได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูง

2. แต่ละกรอบจะต้องกำหนดให้มีการสนองตอบจากผู้เรียนในรูปใดรูปหนึ่ง อาจเป็นการตอบคำถามหรือเติมคำ หรือตอบสนองด้วยการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งก่อนจึงจะศึกษาในกรอบถัดไปได้

3. บทเรียนแต่ละบทควรกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน ทำให้สามารถตรวจสอบและประเมินผลผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นรายละเอียดข้อความในแต่ละกรอบควรเขียนขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

4. การย้อนกลับต่อผู้เรียน (Feedback) หลังจากได้ทำแบบฝึกหัดหรือตอบคำถามใดๆ แล้วควรมีการย้อนกลับทันทีซึ่งเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) ที่สำคัญและเป็นจุดเด่นของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. การจัดเรียงกรอบต่างๆ ควรเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก จากของเก่าไปสู่ของใหม่โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ปรับการเรียนรู้เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ และไม่ละเลยการเสริมแรง

6. บทเรียนควรมีการทดสอบ มีการปรับปรุงเสมอ และจะยืดหยุ่นให้เหมาะกับผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล

7. ข้อความในบทเรียนจะต้องเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ในตัวเอง

8. บทเรียนต้องไม่ผูกพันกับเวลา จะเรียนเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล หรือความพอใจและความต้องการของแต่ละบุคคล

9. การใช้บทเรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้การดูแลของผู้สอน ควรเป็นการเรียนที่อิสระจากการดูแลหรือควบคุมของบุคคลอื่น

ครรรชิต มาลัยวงศ์ (2529, หน้า 125) กล่าวถึงลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีสรุปได้ดังนี้

1. เลือกเป้าหมายของการเรียนได้ คือ ผู้เรียนสามารถเลือกระดับความยากง่ายของบทเรียนและจำนวนแบบฝึกหัดที่จะทำได้

2. เลือกอัตราความเร็วได้ คือ ผู้เรียนสามารถเลือกความเร็วในการอ่านบทเรียน การทดสอบ การทำแบบฝึกหัดได้

3. มีสิ่งเร้าที่พอเหมาะ คือ จะต้องไม่นำข้อความมาบรรจุในจอภาพมากเกินไป การแสดงบทเรียนและโจทย์แบบฝึกหัดควรแสดงเป็นภาพๆ ไปไม่ใช่วิธีเลื่อนจอขึ้นไปทีละบรรทัด (Scrolling)

4. มีแบบฝึกหัดหลายแบบ ใช้หลักการสุ่มในการเลือกโจทย์และประเภทของแบบฝึกหัด

5. มีการโต้ตอบที่อ่านเข้าใจง่าย การตรวจสอบคำตอบของนักเรียนต้องรวดเร็ว การใช้ถ้อยคำที่อ่านง่าย และอาจมีการควบคุมจำนวนครั้งที่ลองผิดลองถูกด้วย

6. ให้คำชมเชยที่พอควร และจะต้องเลือกคำชมเชยที่พอเหมาะไม่ใช้มากเกินไป

7. มีการบันทึกข้อผิดพลาด ต้องเก็บรายงานความผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะที่ผู้เรียนตอบคำถาม เพื่อที่ครูจะได้วิเคราะห์คำอธิบายและวิเคราะห์บทเรียนได้

8. ให้คะแนนได้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควรจะสามารภให้คะแนนตลอดระยะเวลาที่ผู้เรียนกำลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์บทเรียนอยู่ และถ้าจะให้ดียิ่งขึ้นต้องสรุปคะแนนให้ได้ทุกครั้งที่ต้องการ

พรพรรณ ไวย่างกูร และณภพินท์ อนันตรศิริชัย (2533, หน้า 34) กล่าวถึงลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีสรุปได้ว่า

ในการที่จะพิจารณาว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพและมีความเหมาะสมหรือไม่ นั้นต้องพิจารณาส่งต่อไปนี้

1. ต้องมีเนื้อหาถูกต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน เป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียน ไม่ยากหรือง่ายเกินไป และต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามหลักสูตร

2. ใช้ง่ายโดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้หรือทักษะเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มาก่อน ก็สามารถเข้า-ออก และดำเนินโปรแกรมได้

3. มีความชัดเจน การนำเสนอเนื้อหาบนจอภาพชัดเจน ไม่สับสน คำอธิบายบนจอภาพเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องกระชับได้ใจความชัดเจนพอที่จะทำให้ผู้ใชู้รู้สึกสบายใจไม่หนักอึ้งขณะใช้โปรแกรม

4. ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ใช้โปรแกรม

5. มีจำนวนเฟรมต่อเนื้อหาแต่ละตอนเหมาะสม คือมีความหลากหลายและพอเพียงที่จะท้าทายผู้เรียนไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

6. สามารถกระตุ้นความสนใจและสนใจผู้เรียนได้ดี ปฏิกริยาโต้ตอบระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนมีส่วนดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้มาก เช่น บอกให้ทราบว่าผู้เรียนแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือแสดงภาพเคลื่อนไหวเมื่อผู้เรียนตอบถูก

7. สามารถประเมินผลผู้เรียนได้ โดยทั่วไปมักใช้ระดับความยากง่ายของปัญหาที่ใช้ในบทเรียนเป็นเกณฑ์ในการประเมินความสำเร็จของผู้เรียน การประเมินผลระหว่างการเรียนก็สามารถทำได้โดยวัดจากจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูก หรือจากเวลาที่นักเรียนใช้ในการตอบปัญหาแต่ละข้อ

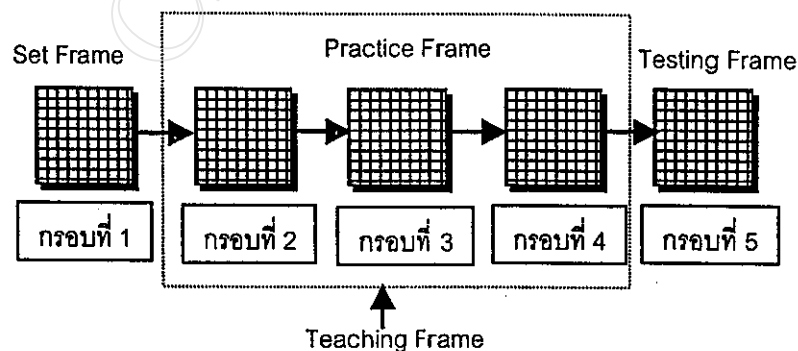
จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี เป็นดังนี้

1. จัดแบ่งเนื้อหาวิชาที่จะสอนออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียกว่า กรอบ
2. แต่ละกรอบจะต้องมีการโต้ตอบ หรือการสนองตอบจากผู้เรียน
3. กรอบที่มีคำถามควรมีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที เพื่อเป็นการเสริมแรง โดยมีคำติเมื่อทำผิด และชมเมื่อทำถูกต้อง
4. มีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก
5. ข้อความสื่อความหมายชัดเจน และเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ในตัวเอง

รูปแบบการจัดบทเรียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

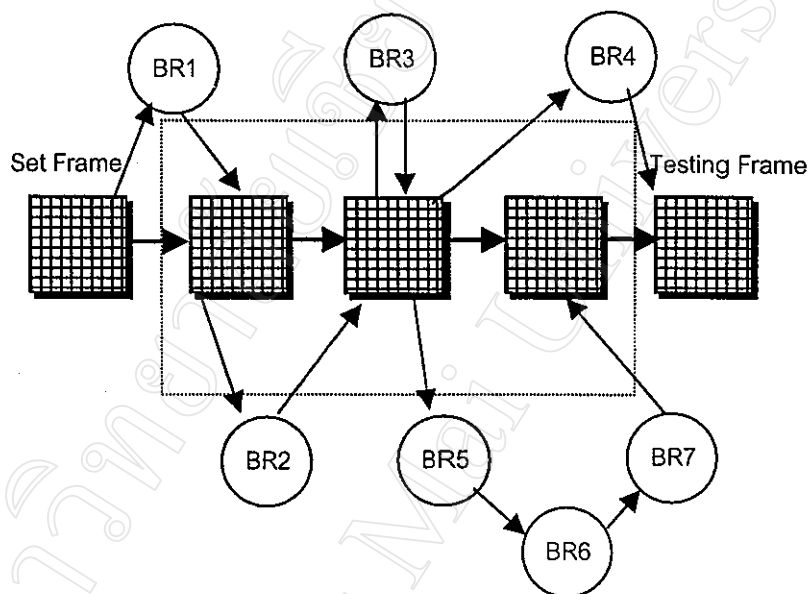
รูปแบบของการจัดบทเรียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะเหมือนกับบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) โดยทั่วไปนิยมจัดได้ 2 แบบ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

สาคร แสงผึ้ง (2539, หน้า 6-8) กล่าวถึงรูปแบบของการจัดบทเรียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ว่า รูปแบบการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากยึดหลักพื้นฐานหรือประยุกต์มาจากบทเรียนโปรแกรมซึ่งมีอยู่ 2 รูปแบบคือ แบบเส้นตรง (Linear Programming) รูปแบบโปรแกรมแบบเส้นตรงจะมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ โดยจะนำมาเขียนเป็นบทเรียนส่วนละ 1 หน้า เรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะมีเนื้อหาสาระให้ผู้เรียนได้เรียน และมีการตอบสนองโดยผู้เรียน ดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงรูปแบบของโปรแกรมแบบเส้นตรง

โปรแกรมแบบสาขา (Branching Programming) รูปแบบโปรแกรมแบบสาขาจะมีลักษณะคล้ายกับแบบเส้นตรง แต่จะเพิ่มกรอบสาขาเพื่อสอนซ่อมเสริม หรือเรียนเพิ่มเติมพื้นฐานก่อนเรียนกรอบต่อไป ขึ้นอยู่กับผู้เรียนตอบสนองตัวเลือกดังภาพ 2 มีกรอบสาขาเพื่อสอนเพิ่มเติม คือ BR1 – BR7



ภาพ 2 แสดงรูปแบบของโปรแกรมแบบสาขา

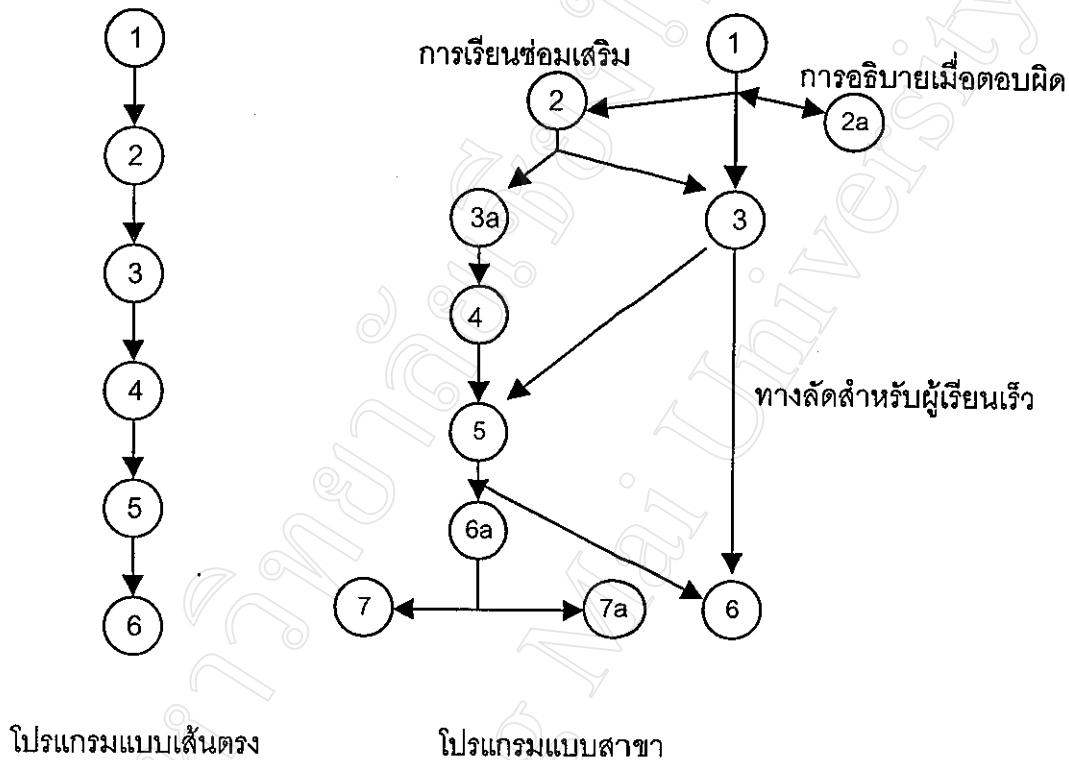
กิตานันท์ มะลิทอง (2536, หน้า 170-171) กล่าวถึงรูปแบบการจัดบทเรียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นิยมกัน แบ่งได้เป็น 2 แบบ สรุปได้ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Program) มีหลักการสร้างบทเรียนโดยยึดหลักการแบ่งเนื้อหาเป็นขั้นตอนเล็กๆ ในแต่ละกรอบพร้อมด้วยคำถาม ผู้เรียนต้องผ่านไปทีละกรอบเรียงลำดับตามเนื้อหาไปจนกว่าจะจบ

2. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Program) ลักษณะของบทเรียนจะคล้ายกันกับแบบเส้นตรงแต่มีข้อแตกต่างกันตรงที่ตัวเลือกในแต่ละตัวจะนำผู้เรียนให้ไปศึกษาในกรอบอื่นๆ โดยไม่จำเป็นต้องเรียงตามลำดับ ขึ้นอยู่กับการตอบของผู้เรียน

จากรูปแบบทั้ง 2 แบบของบทเรียนโปรแกรมสามารถเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างได้ดัง

ภาพ 3



ภาพ 3 เปรียบเทียบรูปแบบบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงกับแบบสาขา

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ารูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 2 แบบ คือแบบเส้นตรง (Linear Program) และแบบสาขา (Branching Program) โดยทั้ง 2 รูปแบบมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันที่แบบสาขาจะมีกรอบย่อย หรือเรียกกรอบสาขาเพิ่มเติมขึ้นมา อาจเพื่อใช้ซ่อมเสริมหรือเพิ่มเติมเนื้อหาที่จะเป็นพื้นฐานในการเรียนในกรอบต่อไป ดังนั้นรูปแบบโปรแกรมแบบสาขาจึงเป็นรูปแบบที่น่าจะตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนได้มากกว่าเพราะมีกรอบสาขาไว้สำหรับซ่อมเสริมและเพิ่มเติมความรู้ให้แก่ผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีรูปแบบเป็นโปรแกรมแบบสาขา

ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีกระบวนการสร้างที่มีวิธีการเป็นวิธีระบบ (System Approach) คือมีการวางแผนการสร้าง การตรวจสอบ และการปรับปรุงอย่างดี ซึ่งขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2528, หน้า 77-80) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร และผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตามหลักสูตร เนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ควรใช้เวลาสอนปกติเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ขนาดใด ความพร้อมทางด้านอื่นของผู้เรียนมีอะไรบ้าง นอกจากนี้ควรศึกษาประสบการณ์การสอนของตนเองและผู้สอนคนอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการจัดวางแผนต่อไป
2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชา และจะต้องจัดเขียนขึ้นเอง โดยการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วน เพราะเป็นสิ่งสำคัญ
3. เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้นทั้งหมด ควรมีความต่อเนื่อง และเสริมซึ่งกันและกัน และกำหนดคำถามไว้ให้เหมาะสม
4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิข่ายงาน โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่ได้จัดทำไว้นามาประกอบการวิเคราะห์ จัดเรียบเรียงเนื้อหาวิชาให้อยู่ในระบบความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเขียนหัวเรื่องเหล่านั้นในรูปแบบแผนภูมิข่ายงานแสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ
5. จัดซอยเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย เนื่องจากการสอนทางคอมพิวเตอร์จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู-อาจารย์ การเสนอเนื้อหาครั้งละมากๆ อาจมีปัญหาในการเรียนได้ ดังนั้นจำเป็นต้องซอยเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสมบูรณ์ในแต่ละหน่วยย่อยพอสมควร และผู้เรียนสามารถจะติดตามเนื้อเรื่องต่อไปได้โดยไม่สับสนหรือขาดตอน
6. การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด ข้อความเหล่านี้จะต้องกระจัดรัดเป็นประโยคง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน ข้อความในกรอบต่างๆ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบ โดยทั่วไปในแต่ละหน่วยย่อยของเนื้อหาจะประกอบด้วยข้อความต่างๆ 4 ชนิด คือ
 - 6.1 กรอบหลัก (Set Frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

6.2 กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดข้อมูลที่ได้จากกรอบหลัก

6.3 กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบโดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

6.4 กรอบรองส่งท้าย (Sub-Terminal Frame) เป็นกรอบเขียนต่อจากกรอบส่งท้ายแต่เป็นข้อมูลที่จะแก้ไขความเข้าใจผิดจากกรอบส่งท้าย เป็นกรอบที่จะเสริมความเข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น แต่อาจจะเป็นกรอบที่ข้ามไปได้

7. เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนด การเข้ารหัสในที่นี้หมายความว่า โครงสร้างโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำเป็นจะต้องแปลงข้อมูลเป็นรหัส เช่น แบบ Generative หรือแบบ Artificial Intelligence ก็จัดทำตามที่กำหนดแต่ถ้าโปรแกรมออเธอริ่งแบบ Frame (Authoring System) ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างบทเรียนได้ง่ายๆ การป้อนบทเรียนโดยไม่ต้องเข้ารหัสก็สามารถป้อนเข้าไปได้ง่าย ขั้นตอนนี้ก็คงเป็นทั้งเตรียมตัวป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

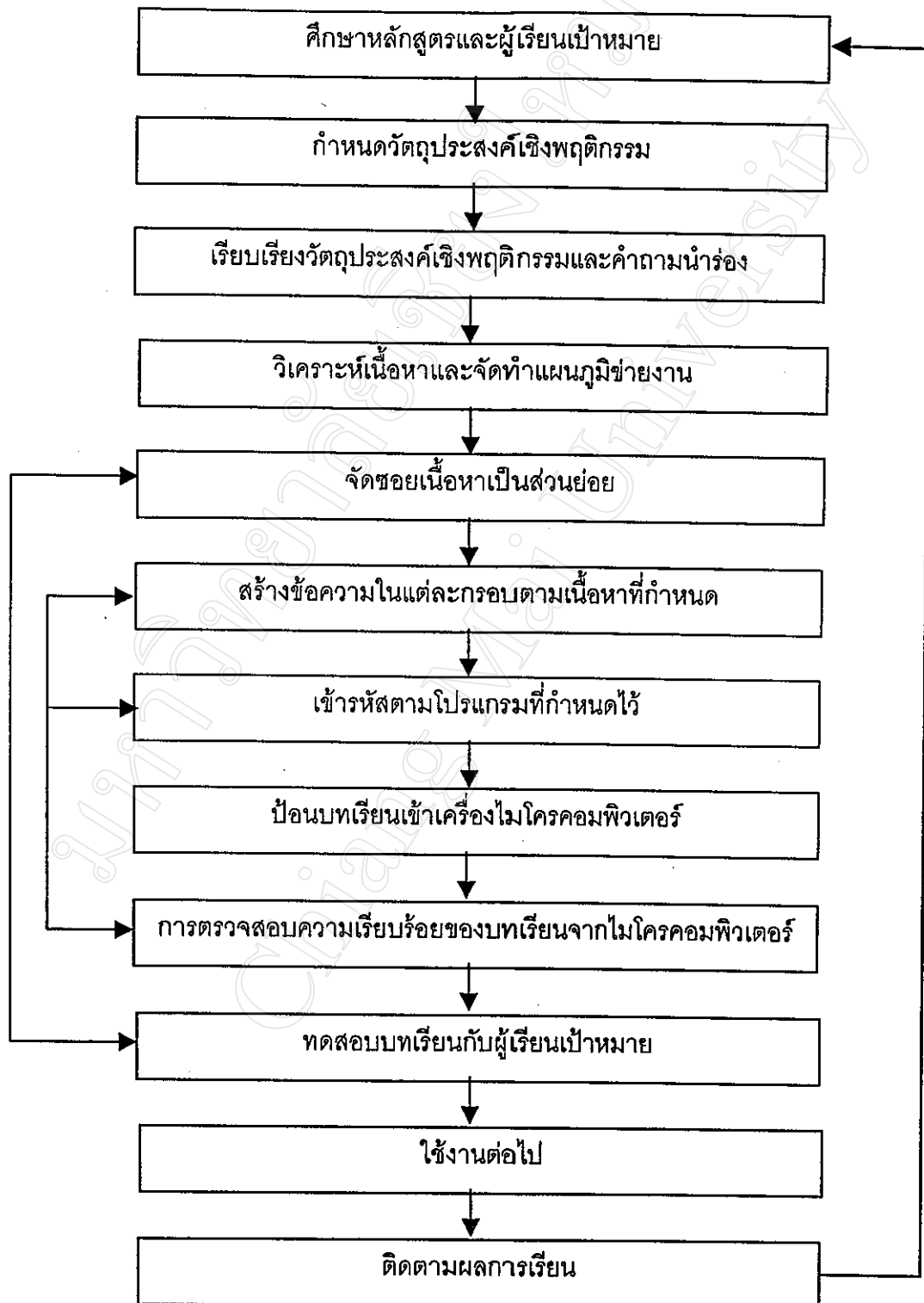
8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปในี่จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะไม่เป็นไปตามที่ตนคิด เพราะการจัดลำดับการแสดงผลบทเรียนจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมอื่นๆ ต่อไป

9. ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ เมื่อป้อนบทเรียนเข้าไปหมดแล้วทดลองเรียกบทเรียนตามลำดับที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติ ทำการตรวจเช็คความเรียบร้อย แก้ไขปรับปรุงถ้าจำเป็น

10. เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว จึงนำไปใช้กับผู้เรียนเป้าหมายต่อไป

11. การติดตามผลการเรียนของผู้เรียน เป้าหมายนี้เป็นปัจจัยที่จำเป็นมากเมื่อการเรียนโดยบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ให้ผลของการเรียนจากกลุ่มเป้าหมายต่างๆ เป็นไปตามที่คาดหวังไว้อย่างไร มีจุดอ่อน ข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรแก้ไขอย่างไร ควรจะติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลประกอบการสร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์สำหรับวิชาอื่นๆ ต่อไป

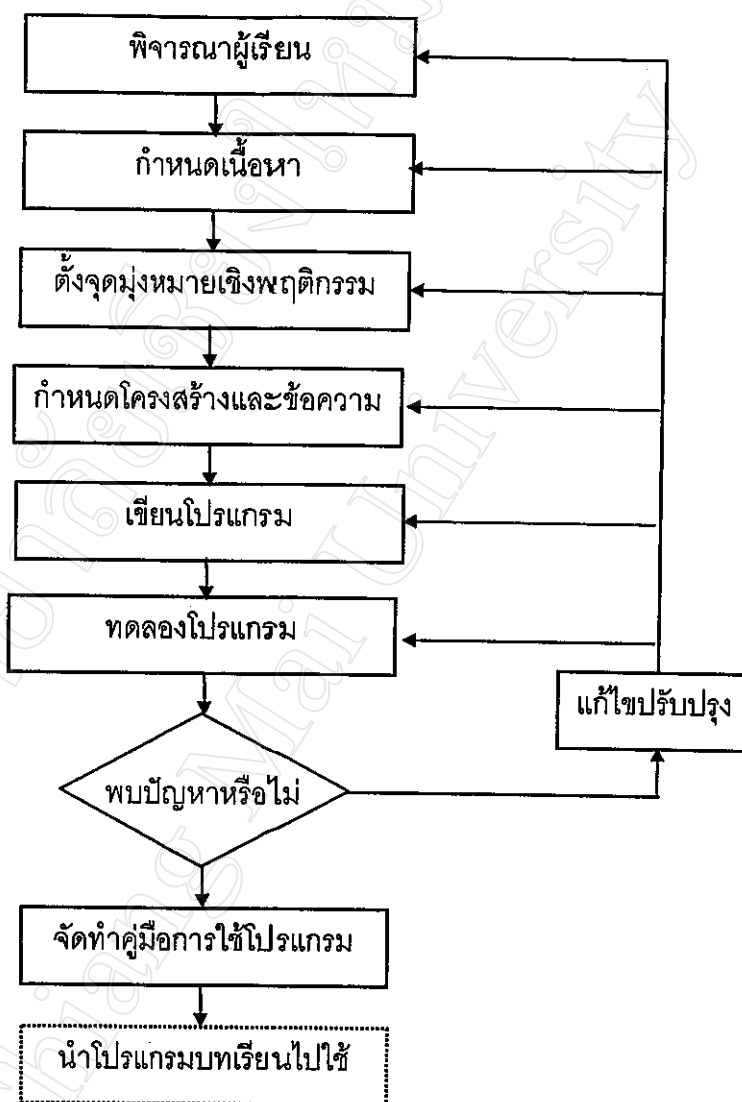
จากขั้นตอนที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 แผนผังลำดับขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

सानนท์ เจริญฉาย (2533, หน้า 172-174) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ 6 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. พิจารณาผู้เรียนว่าเป็นใคร ระดับชั้นเรียนใด ทั้งนี้เพราะวุฒิภาวะของผู้เรียนมีผลต่อลักษณะการจัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหาที่ปรากฏบนหน้าจอ ตัวอักษรที่ใช้ รูปภาพประกอบ หรือข้อความและสิ่งเร้าที่จะให้คอมพิวเตอร์ได้ตอบกับผู้เรียน เพื่อดึงดูดความสนใจตลอดจนความยาวของบทเรียนหรือแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน ด้วยเหตุนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับประถมศึกษาจึงต้องมีลักษณะบางอย่างที่แตกต่างจากระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา
 2. กำหนดเนื้อหาและศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหานั้นๆ
 3. ตั้งจุดมุ่งหมายของบทเรียนตามความต้องการที่จะให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลอะไรบ้าง
 4. กำหนดโครงสร้างและข้อความที่จะนำเสนอทางจอภาพ เช่น เนื้อหาของบทเรียน แบบฝึกหัด คำติชม การประเมินผล เป็นต้น
 5. เขียนโปรแกรม
 6. ทดลองโปรแกรม และแก้ไขปรับปรุง
 7. จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คู่มือนี้ควรกำหนดขั้นตอนการใช้เป็นขั้นๆ อย่างชัดเจน ภาษาที่ใช้ควรเข้าใจง่าย ผู้เรียนสามารถอ่านและสามารถปฏิบัติตามได้ คำสั่งที่ใช้ไม่ควร มีจำนวนมากและควรเป็นคำสั่งพื้นฐานที่รู้จักกันทั่วไป
- ซึ่งขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 5



ภาพ 5 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะมีขั้นตอนในการสร้างเป็นลำดับ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามลำดับขั้นตอนดังภาพ 6



ภาพ 6 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย

การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะของบทเรียนคล้ายกับการสอนรายบุคคลอื่นๆ เช่น บทเรียนโปรแกรม ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้วิธีการเหมือนกับการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม ซึ่งมีผู้ที่กล่าวไว้ดังนี้

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2530, หน้า 209-219) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมไว้สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมสามารถจะทำได้ 3 ขั้นตอนคือ

1. การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one Testing) เป็นการทดสอบบทเรียนโดยให้นักเรียน 1 คน เรียนบทเรียนโดยมีผู้เขียนบทเรียนอยู่ด้วย โดยควรเลือกเด็กที่มีผลการเรียนปานกลางค่อนข้างอ่อนมาเป็นตัวแทนในการทดสอบ

2. การทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) เป็นการทดสอบหลังจากที่ได้ปรับปรุงบทเรียนจากขั้นตอนที่ 1 ในการทดสอบกลุ่มเล็กนี้นักเรียนจะเรียนบทเรียนด้วยตนเองโดยผู้เขียนบทเรียนไม่ควรมีส่วนในการเรียนของนักเรียน ซึ่งนักเรียนที่มาทดลองควรมีผลการเรียนปานกลางค่อนข้างอ่อนจำนวน 4-5 คน

3. การทดสอบสนาม (Field Testing) เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้นในสภาวะการณ์จริงหรือในห้องเรียนจริง โดยให้นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนเสมือนกับเป็นการเรียนการสอนตามปกติ ซึ่งบทเรียนจะต้องมีความสมบูรณ์ในตัว

หลังจากทดสอบบทเรียนแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็ต้องนำผลการทดสอบบทเรียนมาหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการทางสถิติ 2 แบบ คือ

1. ใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90-90 (90-90 Standard)

การตั้งเกณฑ์มาตรฐาน 90-90 นี้ เป็นการตั้งเกณฑ์ให้สอดคล้องกับหลักการของบทเรียนโปรแกรมที่ว่า ในการเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมนั้นเน้นให้ผู้เรียนทำถูกต้องให้มากที่สุด ในที่นี้คือ 90% นั่นเอง โดยที่เกณฑ์มาตรฐาน 90-90 นี้ อาจจะมีการตีความหมายไปได้หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนบทเรียนโปรแกรมแต่ละคนเป็นสำคัญ

2. การทดสอบหาค่าความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการเรียน เพื่อเป็นการเปรียบเทียบว่าหลังจากที่เรียนบทเรียนโปรแกรมแล้ว ผู้เรียนจะเกิดการพัฒนามากขึ้นหรือไม่เพียงใด

วิเศษศักดิ์ โคตรอาษา (2525, หน้า 159-161) กล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมสรุปได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมทำได้ 2 ลักษณะคือ

1. ประเมินบทเรียนตามหลักวิชาการเขียนโปรแกรม เป็นการประเมินขั้นต้นเพื่อประกันว่าผู้สร้างบทเรียนได้ดำเนินการตามหลักวิชา การประเมินในขั้นนี้ต้องมีบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรม ผู้เชี่ยวชาญในด้านวิธีการสอน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษา

2. ประเมินตามคุณค่าของการเรียนรู้ เป็นการประเมินโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้บอกว่าบทเรียนนี้ทำให้เขาเกิดการเรียนรู้ได้ดีหรือไม่ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 3 ลักษณะ คือ

- แบบหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นการทดลองกับนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อปรับปรุงแก้ไขบทเรียนขั้นต้น การทดลองจะให้กับนักเรียนทีละคนที่มีผลการเรียนอ่อนกว่าปานกลางเล็กน้อย

- แบบกลุ่มเล็ก เป็นการทดลองกับนักเรียนเป็นกลุ่มเล็กจำนวน 5-8 คน เพื่อจะได้ทราบว่าโปรแกรมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด โดยการทดลองแบบนี้จะไม่มีการติดต่อเป็นการส่วนตัวระหว่างผู้เรียนกับผู้เขียนบทเรียน เหมือนกับแบบแรก

- การทดสอบภาคสนาม เป็นการนำบทเรียนไปใช้กับสภาพห้องเรียนปกติหรือให้กับนักเรียนจำนวนมากๆ โดยในการทดลองควรมีนักเรียนทั้งเก่ง อ่อน และปานกลางละกัน จำนวน 30-40 คน เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนต่อไป

โดยบทเรียนที่จัดว่าใช้ได้และมีประสิทธิภาพนั้นมีเกณฑ์ในการพิจารณาที่นิยมใช้กันอยู่ คือ เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ซึ่งมีผู้ตีความหมายในลักษณะต่างๆ กัน ได้แก่ เกณฑ์ที่ 1 คือ 90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วได้ 90% หรือสูงกว่า 90 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบแต่ละข้อถึง 90% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด เกณฑ์ที่ 2 คือ 90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ถูกต้อง 90% 90 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง 90%

ธีระชัย ปุณณโชติ (2530, หน้า 32-46) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมไว้สรุปได้ว่า เมื่อเขียนบทเรียนโปรแกรมเสร็จแล้ว จะต้องนำไปทดลองเพื่อแก้ไขปรับปรุง และหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยการทดลองใช้บทเรียนมีขั้นตอน 3 ขั้นตอนนี้

ขั้นที่ 1 การทดลองกับนักเรียน 1 คน เป็นการทดลองกับนักเรียนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยเลือกนักเรียนที่ค่อนข้างอ่อน

ขั้นที่ 2 การทดลองกับกลุ่มเล็ก เป็นการทดลองกับนักเรียนจำนวน 10 คน ในขณะที่เรียนจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบทเรียนโปรแกรมโดยไม่มีการติดต่อเป็นการส่วนตัวระหว่างผู้เขียนบทเรียนกับผู้เรียน

ขั้นที่ 3 การทดลองภาคสนาม เป็นการดำเนินการทดลองกับผู้เรียนจำนวน 100 คน ในสภาพเหมือนในชั้นเรียนจริงๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนโปรแกรมที่สร้างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับโดยทั่วไปหรือไม่ ทั้งนี้เกณฑ์มาตรฐานทั่วไปที่นิยมใช้กันคือ 90/90 กล่าวคือ 90 ตัวแรก หมายถึง นักเรียนจะต้องสามารถตอบคำถามในบทเรียนโปรแกรมได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 90 และ 90 ตัวหลัง หมายถึง นักเรียนจะต้องสามารถทำแบบทดสอบหลังจากเรียนบทเรียนโปรแกรมแล้วได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 90 แต่จากการวิจัยในบางรายวิชา เช่น วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทเรียนโปรแกรมหลายบทเรียนมีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 บางบทเรียนถึงเกณฑ์เพียง 90 ตัวแรก แต่ตัวที่สองไม่ถึง 90 ผู้วิจัยบางคนจึงถือว่าถ้านักเรียนถึงเกณฑ์ 80/80 หรือ 85/85 ก็นับว่ามีประสิทธิภาพเป็นที่พอใจแล้ว

จากที่กล่าวมาเนื่องจากลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่มีลักษณะคล้ายกับบทเรียนโปรแกรม ดังนั้นจึงสามารถใช้การประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมได้ โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทดลองกับนักเรียนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและด้านภาษาในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. การทดลองกับกลุ่มเล็ก เป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทดลองกับนักเรียนจำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การทดลองภาคสนาม เป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนจำนวนหนึ่งห้องเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยผู้วิจัยสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างอะตอม หมายถึง ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ที่ 85/85 โดย 85 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละโดยคิดจาก คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และ 85 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวแปรหนึ่งที่สามารถแสดงให้เห็นถึงผลการเรียนการสอนที่เกิดกับผู้เรียนซึ่งมีนักการศึกษากล่าวไว้หลายท่านดังนี้

สุธรรม์ จันทน์หอม (2519, หน้า 19) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า เป็นผลของการเรียนการสอนได้แก่ ความรู้ ทักษะ และความสามารถในด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับจากการอบรมสั่งสอนของครู

วิเชียร เกตุสิงห์ (2523, หน้า 42) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาในอดีต”

วรรณวดี ม้าลำพอง (2520, หน้า 109) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้จากการสอนหรือทักษะที่ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับขั้นในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วในสถานศึกษา”

ไพศาล หวังพานิช (2526, หน้า 89) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝนอบรม หรือจากการสอน”

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถทางวิชาการที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้หรือจากการสอน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญส่ง นิลแก้ว (2519, หน้า 25) กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและการแก้ปัญหาจากสิ่งที่ได้เรียน

นิโลบล นิมกังรัตน์ (2529, หน้า 68) กล่าวว่า “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ตรวจสอบความรู้ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับการอบรมสั่งสอนภายในเวลาที่กำหนด”

วิเชียร เกตุสิงห์ (2523, หน้า 31) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า “เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ยกเว้นการวัดทางด้านร่างกาย”

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้รับการสอนมาแล้ว

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ความรู้ความสามารถทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่วัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เจตคติ

ความหมายของเจตคติ

เจตคติมาจากคำภาษาอังกฤษว่า "Attitude" ซึ่งมีรากศัพท์ภาษาลาตินว่า "Aptus" แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม นอกจากคำนี้ได้มีผู้ใช้คำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันอีก เช่น ทศนคติ เป็นต้น ซึ่งในที่นี้มีผู้ที่กล่าวถึงความหมายของเจตคติไว้พอสรุปได้ดังนี้

ศัพท์บัญญัติทางวิชาการศึกษาไทย (อ้างใน ปรีชา วงศ์ศิริ 2525, หน้า 411) กล่าวว่า "เจตคติ หมายถึง ท่าทีความรู้สึกของคนซึ่งเป็นอำนาจ หรือแรงขับอย่างหนึ่งที่แฝงอยู่ในจิตใจมนุษย์ และพร้อมที่จะกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง"

Good (1973, pp. 45) กล่าวว่า "เจตคติ หมายถึง ความโน้มเอียง หรือแนวโน้มของคนที่จะตอบสนองต่อสิ่งของ สถานการณ์หรือค่านิยม โดยปกติแล้วจะแสดงออกมาพร้อมกับความรู้สึกและอารมณ์ เจตคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่จะอ้างอิงได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกทั้งที่เป็นภาษาและไม่เป็นภาษา"

Thurstone (1964, pp. 49) กล่าวว่า "เจตคติเป็นตัวแปรทางจิตวิทยาชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้ง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงภายในแสดงออกให้เห็นได้โดยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง และเจตคดียังเป็นเรื่องของความชอบ ไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึกและความเชื่อมั่นในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง"

Allport (1976, pp. 2) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า "เจตคติเป็นสภาพความพร้อมของจิตใจและประสาท เกิดจากการได้รับประสบการณ์ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการตอบสนองของบุคคลต่อสภาพต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคคลนั้น"

บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ (2536, หน้า 177) กล่าวว่า "เจตคติ เป็นกิริยาท่าทีที่แสดงออกของคนเราที่มีต่อสิ่งเร้าต่างๆ เช่น วัตถุ เหตุการณ์หรือบุคคล การวัดเจตคติจะต้องพิจารณากิริยาท่าทีหรือการตอบสนองหลายด้านหลายประการรวมกันเป็นส่วนรวม"

นิลบล นิเมกัรรัตน์ (2529, หน้า 176) กล่าวว่า "เจตคติ หมายถึง ระดับความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบต่อบางสิ่งทางจิตวิทยา (Psychological Object) คำว่าบางสิ่งทางจิตวิทยาในที่นี้หมายถึงอะไรก็ได้ เช่น สัญลักษณ์ รูปภาพ บุคคล ถ้อยคำ ภาษิต สถาบัน อุดมคติ หรือความคิดที่สามารถแบ่งแยกบุคคลออกตามความรู้สึกทางบวกหรือทางลบได้"

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 315) กล่าวว่า "เจตคติ ไม่ใช่อารมณ์ชั่ววูบที่เกิดขึ้นประเดี๋ยวเดียวอย่างไม่มีเหตุผลแล้วก็หายไป แต่เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วฝังแน่นอยู่ในจิตใจอย่างถาวร หรือค่อนข้างจะถาวร เจตคติที่รุนแรงจะกลายเป็นค่านิยมและลักษณะนิสัยที่เรียกว่า แบบของบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลต่อการคิด การกระทำ การตัดสินใจ และการแสดงออกในทางบวกและทางลบเป็นอย่างมาก"

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2535, หน้า 112) กล่าวว่า "เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่างๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ ไปในทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้"

กล่าวโดยสรุป เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกในแง่ของจิตใจที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ ซึ่งมีผลต่อการแสดงออกให้เห็นเป็นพฤติกรรม 2 ลักษณะคือ เจตคติทางบวกหรือความพึงพอใจ อีกลักษณะหนึ่ง คือ เจตคติทางลบหรือความไม่พึงพอใจ

องค์ประกอบของเจตคติ

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ทำให้เกิดเจตคติของบุคคลได้มีนักการศึกษากล่าวไว้สรุปได้ดังต่อไปนี้

Triandis (1971, pp. 3) กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติพอสรุปได้ว่า เจตคติ มีองค์ประกอบพื้นฐานอยู่ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นการตอบสนองของบุคคล การรับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับทำให้เกิดเจตคติซึ่งแสดงออกมาในแนวคิดที่ว่าอะไรถูกอะไรผิด
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคลที่คล้อยตามความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใดก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น เจตคติจะแสดงออกในรูปของความชอบไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ
3. องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นความพร้อมที่จะกระทำอันเป็นผลเนื่องมาจากความคิด และความรู้สึกซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของการยอมรับ หรือปฏิเสธ

ปรีชา วงศ์ศิริ (2525, หน้า 412) กล่าวถึง องค์ประกอบในการเกิดเจตคติพอสรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติประกอบไปด้วย 3 ประการคือ

1. ความคิด (Cognitive Component) มีขอบเขตครอบคลุมถึงความคิดเห็น ความเชื่อที่มีต่อสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่างๆ เมื่อบุคคลรับรู้ และวินิจฉัยข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับทำให้เกิดแนวความคิดที่ว่าอะไรถูก หรืออะไรผิด

2. ความรู้สึก (Affective Component) เป็นลักษณะทางอารมณ์ของบุคคลที่คล้อยตามความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดในทางที่ดีต่อสิ่งใดก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น เจตคติจะแสดงออกในรูปของความชอบหรือไม่ชอบ เช่น ความรัก ความโกรธ ความชอบ ความเกลียดชัง ความพอใจ หรือไม่พอใจต่อสิ่งต่างๆ เป็นต้น

3. พฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นการประพฤติ ปฏิบัติ การแสดงออก ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความคิด และความรู้สึกที่ปรากฏในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธหรือเฉยๆ

องค์ประกอบทั้ง 3 ประการนี้ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และอาจมีผลต่อการพัฒนาเจตคติของบุคคลได้ เมื่อบุคคลนั้นเกิดการเรียนรู้ และมีประสบการณ์มากขึ้น มีการติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลอื่นๆ มีการเลียนแบบและการปรับตัวให้เข้ากับสังคม ซึ่งกล่าวในแง่ของจิตวิทยาการศึกษา จะพบว่าสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการเกิดเจตคติ และการพัฒนาเจตคตินั้น ได้แก่ การสนใจ การรับรู้ และการเรียนรู้นั่นเอง

จากที่นักวิชาการกล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติ หรือสิ่งที่ทำให้เกิดเจตคตินั้นประกอบไปด้วย 3 ด้านคือ ด้านความคิด ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรมซึ่งทั้งสามอย่างจะมีความเกี่ยวเนื่องกันอยู่และเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดเจตคติในตัวบุคคลได้

ประโยชน์ของเจตคติ

เจตคติสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้านด้วยกัน ทั้งนี้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ดังนี้

Petty และ Cacioppo (1982, pp. 7) ได้กำหนดประโยชน์ของเจตคติไว้สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้เราเข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว โดยการจัดรูป หรือการจัดระบบสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว
2. ช่วยให้เราหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ดี หรือปกป้องความจริงบางอย่าง ซึ่งนำความไม่พอใจมาสู่ตัวเรา
3. ช่วยในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน ซึ่งการมีปฏิกริยาโต้ตอบหรือกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกไปนั้น ส่วนมากจะทำในสิ่งที่นำความพอใจมาให้หรือเป็นรางวัลจากสิ่งแวดล้อม

4. ช่วยให้ผู้บุคคลสามารถแสดงออกของค่านิยมของตนเอง ซึ่งแสดงว่าเจตคตินั้น นำความพอใจมาให้กับบุคคลนั้น

นอกจากนี้ในการศึกษาเจตคติของนักเรียนนั้นจะช่วยให้ครูจัดชั้นเรียนได้อย่างเหมาะสมทั้งนี้ เพราะข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเจตคติของนักเรียนจะช่วยครูในด้านต่อไปนี้

1. เป็นข้อมูลให้ครูใช้เป็นแรงจูงใจกับนักเรียนที่มีเจตคติทางลบให้มีเจตคติทางบวกต่อสิ่งที่พึงประสงค์
2. เป็นข้อมูลให้ครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อวิชาที่เรียน
3. เป็นข้อมูลให้ครูเพื่อพิจารณาผลของเจตคติของนักเรียนที่มีต่อโรงเรียนและประสบการณ์ในชั้นเรียน

ศักดิ์ สุนทรเสถียร (2531, หน้า 11) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเจตคติ โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติเป็นเครื่องมือช่วยทำให้เราไปถึงจุดหมายและช่วยในการปรับตัว (Instrumental and Adjustive Function) การที่คนเราจะมีเจตคติต่อสิ่งใดทางใดก็เพราะว่าสิ่งนั้นจะนำเราไปยังจุดหมายบางอย่างได้ ถ้าบรรลุถึงจุดหมายเราก็มีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น แต่ถ้าเป็นสิ่งที่ขัดขวางต่อจุดหมายของเรา เราก็จะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น
2. เจตคติช่วยป้องกันตัวเราเองได้ (Self-Defensive Function) คือ เราเชื่อในบางสิ่งบางอย่างแบบบิดเบือนซึ่งจะทำให้เราสบายใจขึ้น เพื่อเป็นการรักษาภาพพจน์ของตัวเอง จะทำให้เราเห็นภาพพจน์ในทางที่ดีของเรา ทำให้เราสบายใจและลดความวิตกกังวลเกี่ยวกับปัญหาของตัวเองได้
3. เจตคติช่วยให้เราได้แสดงออกทางด้านพฤติกรรมต่างๆ (Self Expressive Function) เรามีความคิดอย่างไร หรือมีค่านิยมอย่างไร เราก็จะพยายามที่จะมีเจตคติต่อสิ่งต่างๆ ให้สอดคล้องกับความคิดหรือค่านิยมของเราด้วย เพื่อให้เรามีลักษณะตามที่เราคิดว่าเป็นเช่นนั้น
4. เจตคติช่วยทำหน้าที่ให้เกิดความรู้ (Knowledge function) คนเราจะอยู่ในโลกได้จะต้องมีความรอบรู้พอควรเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่างๆ รวมทั้งบุคคลต่างๆ ด้วย เราจะต้องสามารถคาดคะเนได้ว่าสิ่งแวดล้อมต่างๆ เหล่านั้นจะเป็นอย่างไร เราสามารถคิดแก้ปัญหาเล็กๆ น้อยๆ ได้สามารถทำนายนสถานการณ์ต่างๆ ได้ เพื่อไม่ให้เราเกิดความสับสนจนเกินไป

การวัดเจตคติ

เจตคติเป็นคุณลักษณะภายในที่มีลักษณะเป็นนามธรรม การวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อม นักจิตวิทยาและนักวัดผลได้พยายามสร้างเครื่องมือ เพื่อกระตุ้นให้บุคคลแสดงการตอบสนองออกมาให้ได้ซึ่ง ล้วน สายยศ (2536, หน้า 3-4) และ อุทุมพร ทองอุไทย (2522, หน้า 6-7) ได้เสนอวิธีวัดเจตคติไว้หลายวิธีซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview) หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย การวัดเจตคติโดยวิธีนี้ต้องเตรียมข้อรายการที่จะถามไว้อย่างดี ข้อรายการนั้นต้องเขียน เน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคน เตรียมเครื่องมือ จึงเป็นสิ่งสำคัญ
2. การสังเกต (Observation) เป็นการเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย สิ่งสำคัญต้องเตรียมข้อรายการที่จะสังเกตไว้ให้พร้อม เพื่อจะได้ทราบว่าบุคคลที่เราสังเกตมีเจตคติ ความเชื่อ และอุปนิสัยอย่างไร
3. การรายงานตนเอง (Self-Report) เป็นวิธีที่ให้ผู้ถูกสอบวัดแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมาโดยมีสิ่งเร้าเป็นข้อคำถาม แบบทดสอบหรือมาตราวัดที่นิยมใช้กันมีแนวของ Thurstone Likert Osgood และ Guttman
4. เทคนิคจินตนาการ (Projective Technique) เป็นการวัดเจตคติที่อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ เช่น ประโยคไม่สมบูรณ์ ภาพแปลกๆ เรื่องราวแปลกๆ ให้ผู้สอบจินตนาการออกมาแล้วตีความหมาย
5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological Measurement) เป็นการวัดที่อาศัยเครื่องมือไฟฟ้าเพื่อวัดความรู้สึกของการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย เช่น ดีใจ เสียใจ เครื่องมือแบบนี้ยังไม่พัฒนาดีพอจึงไม่นิยมใช้
6. วิธีสังคมมิติ โดยการให้กลุ่มรายงานเกี่ยวกับเจตคติของเขาคู่คนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน

เครื่องมือที่สามารถใช้ในการวัดเจตคตินั้นมีหลายชนิดด้วยกัน แต่เนื่องจากวิธีการวัดเจตคติที่นิยมใช้กันมากคือการให้ผู้ถูกวัดรายงานตนเอง (Self-Report) โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว มักใช้แบบวัดเจตคติแบบลิเคอร์ท ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบวัดเจตคติแบบลิเคอร์ท

การสร้างเครื่องมือวัดเจตคติแบบลิเคอร์ต

การสร้างเครื่องมือวัดเจตคติตามแบบลิเคอร์ตนั้น เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ มีความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่น Shirgley และ Koballa (1984, pp. 111-118) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติไว้ 9 ขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการรวบรวมข้อความ (Assemble Item Pool) เมื่อจะวัดเจตคติต่อเรื่องใดก็รวบรวมข้อความเกี่ยวกับเรื่องนั้น ทั้งข้อความที่เป็นเชิงนิมิตและเชิงนิเสธมาเป็นข้อคำถามเหล่านี้อาจนึกขึ้นเองหรือรวบรวมจากบทความ หนังสือหรือแนวทางที่มีบางคนที่สร้างไว้แล้วรวมเข้าเป็นแบบวัดเจตคติ

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ตามเกณฑ์คุณภาพ (Analysis Via Qualitative Criteria) นำแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้นให้นักการศึกษาที่เคยมีประสบการณ์ในการสร้างแบบวัดเจตคติมาแล้วจำนวน 3 คน ตรวจสอบและกลั่นกรองข้อความโดยยึดเกณฑ์การพิจารณา 9 ประการคือ

1. หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคที่ผู้ตอบรู้สึกว่าจะถูกบังคับ
2. ใช้ข้อความที่เป็นปัจจุบัน
3. ใช้ข้อความที่สมบูรณ์และชี้ให้เห็นเจตคติอย่างเด่นชัดเพียงประเด็นเดียว
4. หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นความจริง (Fact) ควรเป็นข้อความเชิงความคิดเห็น
5. ใช้ข้อความที่ชัดเจน เข้าใจง่ายและไม่อ้อมค้อม
6. หลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่เกี่ยวกับการวัดเจตคติ
7. หลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธซ้อนคำถามปฏิเสธ
8. หลีกเลี่ยงการใช้คำว่า ไม่มีเลย เสมอๆ หรือทั้งหมด
9. ข้อความแต่ละข้อไม่ควรยาวเกิน 20 คำ

ขั้นที่ 3 นำแบบวัดเจตคติที่ผ่านการกลั่นกรองจากนักการศึกษาแล้วไปทดลองใช้กับผู้ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Pilot the Item Pool) แสดงความรู้สึกต่อข้อความ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Likert Data) หลังจากผู้ตอบสนองแสดงความคิดเห็นต่อข้อความแล้วก็นำคำตอบนั้นมาให้น้ำหนัก (Weighing) ดังนี้

สำหรับข้อความที่เป็นเชิงนิมิต

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้น้ำหนัก	5	คะแนน
เห็นด้วย	ให้น้ำหนัก	4	คะแนน

ไม่แน่ใจ	ให้น้ำหนัก	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้น้ำหนัก	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้น้ำหนัก	1	คะแนน
สำหรับข้อความที่เป็นเชิงนิเสธ			
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้น้ำหนัก	1	คะแนน
เห็นด้วย	ให้น้ำหนัก	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้น้ำหนัก	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้น้ำหนัก	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้น้ำหนัก	5	คะแนน

นำคะแนนรวมของแต่ละคนมาแจกแจงความถี่โดยเรียงคะแนนจากสูงไปต่ำแล้วกำหนดกลุ่มที่ได้คะแนนสูง (กลุ่มสูง) 25% และกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ (กลุ่มต่ำ) 25% คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม แล้วนำมาหาคุณภาพของเครื่องมือต่อไป

ขั้นที่ 5 การเลือกข้อความ (Selection of Scale Statements) เลือกข้อความที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาในขั้นที่ 4

ขั้นที่ 6 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Assessing Attenuation of Reliability) นำเอาเครื่องมือที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับผู้ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแล้วนำเอาข้อมูลมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟา (α -coefficient)

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Attitude Scale Likert Data) นำเอาเครื่องมือที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่งแล้วนำเอาข้อมูลมาวิเคราะห์ตามขั้นที่ 4

ขั้นที่ 8 การเลือกข้อความครั้งสุดท้าย (Final Statements Selection) ตัดข้อความที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และข้อความที่มีผู้ตอบ “ไม่แน่ใจ” มากกว่าร้อยละ 25 ของผู้ตอบทั้งหมดออก

ขั้นที่ 9 การหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ (Scale Validation) แบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้นนั้น ถึงแม้จะมีความสอดคล้องภายในผ่านเกณฑ์แล้วก็ตาม แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าสิ่งเหล่านั้นจะเป็นหลักประกันว่าแบบวัดเจตคตินั้นมีความเที่ยงตรง ดังนั้นนอกจากจะให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้วจะต้องรวบรวมข้อมูลจากการนำแบบวัดเจตคตินั้นไปใช้จริงด้วย (Empirical Data)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาเคมีโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และได้สรุปความหมายของ เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ดังนี้

เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาเคมี โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโครงสร้างอะตอม ในด้านความพึงพอใจในการเรียน ความน่าสนใจ คุณค่าและประโยชน์ของการเรียนวิชาเคมีโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งพิจารณาจาก คะแนนที่ได้จากการตอบแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โครงสร้างอะตอม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นุชนาฏ จิตติโกคา (2529) ทำการวิจัยเรื่อง ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วย การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร โดยประชากรคือ ครูที่สอนวิชา วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร ผลปรากฏว่าครูวิทยาศาสตร์เห็นว่า คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนสามารถอำนวยความสะดวก และเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน พร้อมทั้งมีความเห็น ว่าควรมีการจัดหาคอมพิวเตอร์และโปรแกรมการเรียนการสอนที่ได้มาตรฐานให้สามารถใช้ได้ทุกโรงเรียน

ทนาย อภิชาติเสนีย์ (2529) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 แบบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ อธิบายด้วยเทปเสียงสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบายด้วยตัวอักษร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีรศักดิ์ สุนทรวิภาค (2530) ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครูกับกลุ่มที่เรียนจากเครื่อง คอมพิวเตอร์พบว่านักเรียนที่เรียนเสริมจากเครื่องคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่านักเรียนที่ เรียนเสริมจากครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โสภณ สิริสารี (2532) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นสื่อการสอน วิชา จุลชีววิทยา เรื่อง Anaerobic Bacteria โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสอนเพิ่มเติมนอกเวลา พบว่า คะแนนการทดสอบของผู้เรียนที่ได้ศึกษาเพิ่มเติมด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้นสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้เรียนเพิ่มเติม

วิฑูรย์ เกษมพิทักษ์พงศ์ (2532) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยปรากฏว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำที่ตั้งไว้ 85/85 คือได้ 90.12/92.93

ประวิทย์ บุญเต็ม (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เสียง และการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เสียงและการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เมื่อใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านการเอาใจใส่ต่อการเรียน การปฏิบัติตามคำสั่ง การซักถามปัญหา การเสนอข้อคิดเห็น พบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เสียงและการได้ยินที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำที่ตั้งไว้ 85/85 คือได้ 90.99/93.82 และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนด้านความเอาใจใส่ต่อการเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ เอาใจใส่ต่อการเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกโปรแกรม ด้านการปฏิบัติตามคำสั่ง นักเรียนส่วนใหญ่ปฏิบัติตามคำสั่งในโปรแกรมเป็นอย่างดี ด้านการซักถามปัญหา มีนักเรียนส่วนน้อยที่แสดงพฤติกรรมซักถามปัญหา และด้านการเสนอข้อคิดเห็น นักเรียนเพียงส่วนน้อยที่แสดงพฤติกรรมเสนอข้อคิดเห็น

ประวิทย์ บึงสว่าง (2538) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี พบว่า นักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ มีผลสัมฤทธิ์ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองไม่แตกต่างจากนักเรียนที่วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองแบบอภิปรายในชั้นเรียน และนักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ มีความคิดเห็นที่ดี และเห็นด้วยต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง และต้องการที่จะเรียนบทเรียนในลักษณะนี้กับเรื่องอื่นๆ ต่อไป

มาลาตรี วรณนุต (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนฉันทลักษณ์ของคำประพันธ์ประเภทกาพย์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสิ้นสุดลง สามารถทำคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถทำคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ทุกคน โดยมีระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.9 ผู้ที่ทำคะแนนสูงสุด และต่ำสุด คิดเป็น

ร้อยละ 90 และ 53.33 ตามลำดับ ส่วนด้านความสนใจ นักเรียนทั้งหมดให้ความสนใจในการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนค่อนข้างมาก

Liu (1975) ได้กล่าวถึงการวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของวิทยาลัยฟิสิกส์โดยตั้งโครงการเพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์เพื่อสอนวิชาความรู้เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้นด้วยวิธีปฏิบัติ สามารถทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียน ผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จด้วยตนเอง ทำให้มีเจตคติต่อวิชาที่เรียนและคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Tauro (1981) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลการเรียนและทัศนคติของนักศึกษามหาวิทยาลัยคอนเนคติกัตที่เรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาเคมี พบว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า และมีทัศนคติที่ดีในการเรียนวิชาเคมีสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนตามปกติ นอกจากนี้ นักศึกษามีความเห็นว่า การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาเคมี เป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพ ทำให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาเคมี เป็นการจัดประสบการณ์ทางการศึกษาที่มีประโยชน์ และน่าสนใจ