บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   1.3 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   2.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   2.2 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   2.3 หลักในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   2.4 บุคลากรในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   2.5 การออกแบบหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   3.2 จิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์ที่เกี่ยวกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   3.3 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี
   3.4 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การวัดและประเมินผลด้านการศึกษา
   4.1 การวัดและประเมินผล
   4.2 เครื่องมือวัดผลการเรียน
5. การสร้างแบบทดสอบ
   5.1 ความหมายของแบบทดสอบ
   5.2 การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ
   5.3 ความพึงพอใจและการวัดความพึงพอใจ

6. นักเรียนที่มีความบกพร่องทางทางการเรียนรู้
   6.1 ความหมายของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
   6.2 สาเหตุของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
   6.3 ลักษณะของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
   7.1 ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์
   7.2 ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์
   7.3 ลักษณะเฉพาะของคณิตศาสตร์
   7.4 โครงสร้างของคณิตศาสตร์
   7.5 คุณค่าของคณิตศาสตร์
   7.6 วิธีสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
   7.7 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
   7.8 การวัดผลประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
   8.3 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น CAI (Computer Assisted Instruction) หรือ CAL (Computer Assisted Learning) เป็นต้นและได้มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2542, หน้า 7) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นสื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วีดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยเนื้อหาความรู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา โดยมีเป้าหมายสำคัญก็คือ การได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องมีปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบพร้อมทั้งการได้รับผลย้อนกลับ (Feedback) อย่างสม่ำเสมอกับเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เกี่ยวเนื่องกับการเรียน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนตลอดเวลา ขณะเดียวกันผู้เรียนสามารถนำ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองโดยปราศจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ โดยเฉพาะผู้เรียนอ่อนสามารถใช้ประโยชน์ จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนเพิ่มเติมนอกเวลาได้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยครูทำการสอน และขอได้โปรดอย่าคิดว่าทำหน้าที่แทนครูทั้งหมด โดยครูไม่ต้องสอนเลย ครูยังมีความจำเป็นต้องคอยแนะนำและเตรียมเนื้อหา เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในเนื้อหานั้น ๆในเวลาจำกัด จึงได้กล่าวว่าครูผู้สอนจะเป็นผู้ที่ทำ CAI ได้ดีที่สุด (บูรณะ สมชัย, 2542,หน้า 17)

วุฒิชัย ประสารสอย (2543, หน้า 10) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยให้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายโยงเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน โดยมีองค์ประกอบตามวัตถุประสงค์ของการสอนคือ การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ การออกแบบบทเรียนก่อนการเรียนการสอน ผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียนผ่านคอมพิวเตอร์ โดยยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล

เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์ (2545, หน้า 388) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่ใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อผสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหวและเสียงเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

รัชพล คชชารุ่งโรจน์ (2546, หน้า 1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการนำเสนอเนื้อหาและฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์มัลติมิเดีย

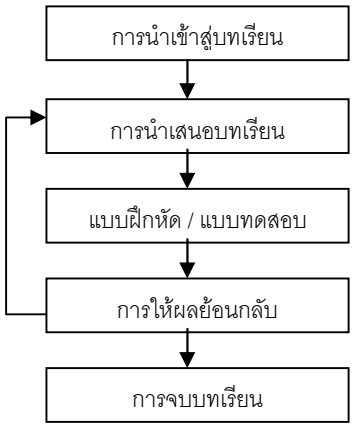
ภาษิต เครืองเนียม (2546, หน้า 7) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเรานิยมเรียกกันแบบสั้นๆ ว่า CAI นั้นมาจากภาษาอังกฤษที่ใช้เต็มคือ Computer- Assisted Instruction ซึ่งแปลความหมายเป็นภาษาไทยได้ว่า “การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย สอน” นั้นเอง แต่คำแปลดังกล่าวนี้ไม่นิยมใช้เรียกกัน ดังนั้นโดยทั่วไปเราจึงเรียกเป็น “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแทน”

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการนำเสนอเนื้อหาเพื่อจัดกระบวนการเรียนการสอน สำหรับนักเรียน โดยการเขียนโปรแกรมประกอบด้วยบทเรียน แบบฝึกทักษะ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการสร้างสรรค์รูปแบบ ตัวหนังสือ สี และการใช้เทคนิคทางภาพให้สวยงาม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามแนะนำในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ด้วยการโต้ตอบกันระหว่างตัวนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ และสามารถทราบผลการเรียนของนักเรียนว่าบรรลุตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ รวมทั้งมีการเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับผู้เรียน โดยใช้ข้อความหรือกราฟิกช่วยในการทำแบบทดสอบ

2. ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

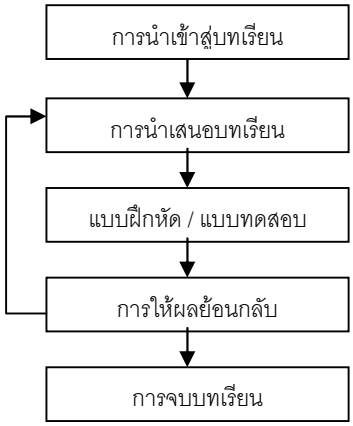
ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2542, หน้า 11) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 5 ประเภทด้วยกันคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติว เตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไร หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหนเรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง



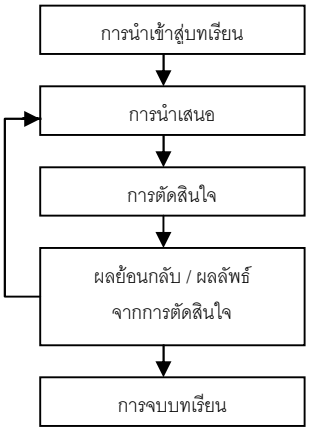
แผนภูมิที่ 1 โครงสร้างทั่วไปและการสืบไปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ใช้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมากโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่นๆได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก



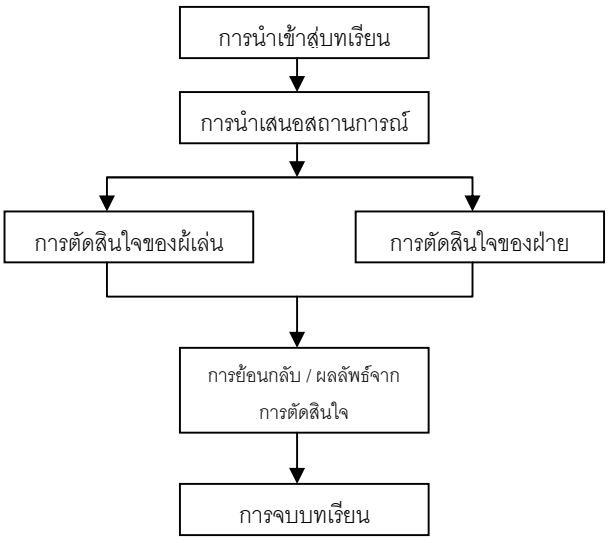
แผนภูมิที่ 2 โครงสร้างทั่วไปและการสืบไปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem - solving) ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง



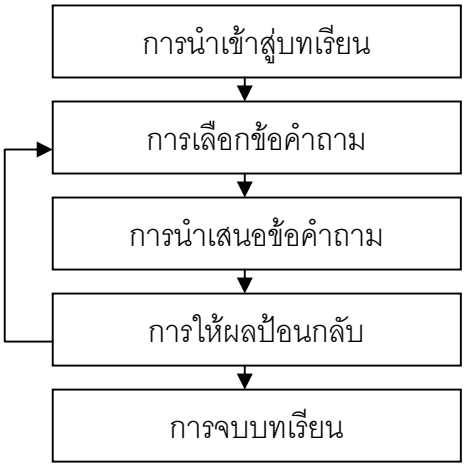
แผนภูมิที่ 3 โครงสร้างทั่วไปและการสืบไปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำ ให้ผู้ใช้มีความสนุกสนานเพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทหนึ่งที่สำคัญ เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาเพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียน เกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย



แผนภูมิที่ 4 โครงสร้างทั่วไปและการสืบไปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม

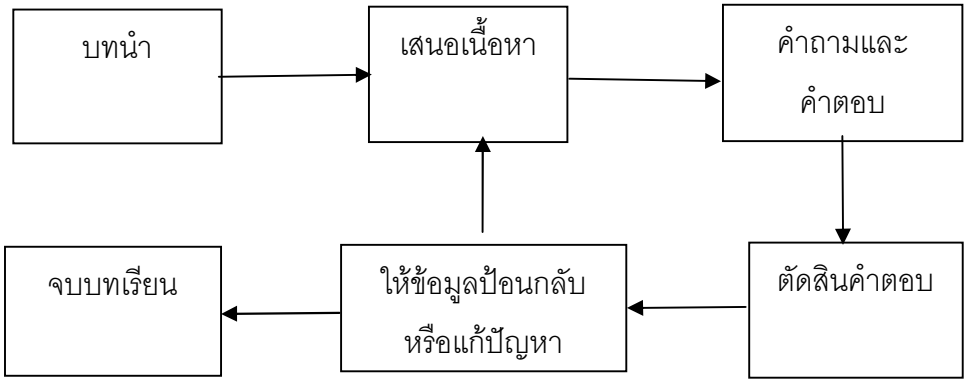
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ประเภทแบบทดสอบคือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback)ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วๆไป นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีกด้วย



แผนภูมิที่ 5 โครงสร้างทั่วไปและการสืบไปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ

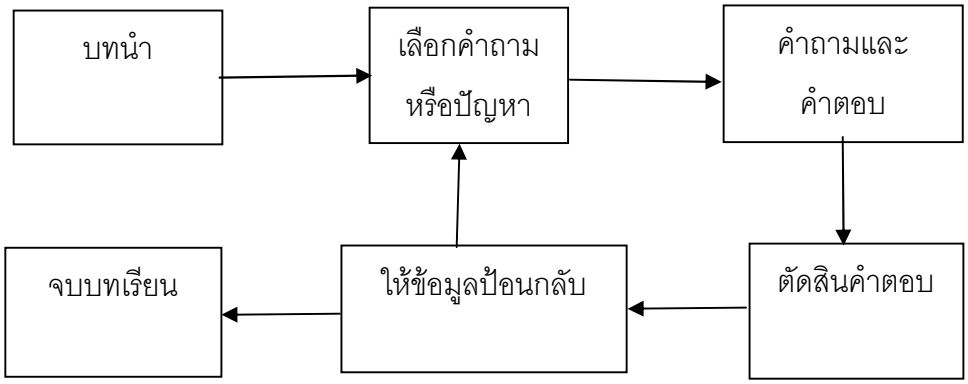
กิดานันท์ มลิทอง (2543 , หน้า 245 - 248) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. การสอน (Tutorial Instruction) บทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อยๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนได้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีกก็จะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทเรียนนั้นอีก หรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนในการสอนแบบนี้นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการสอน ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอบทเรียน ในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้ในแทบทุกสาขาวิชานับตั้งแต่มนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ



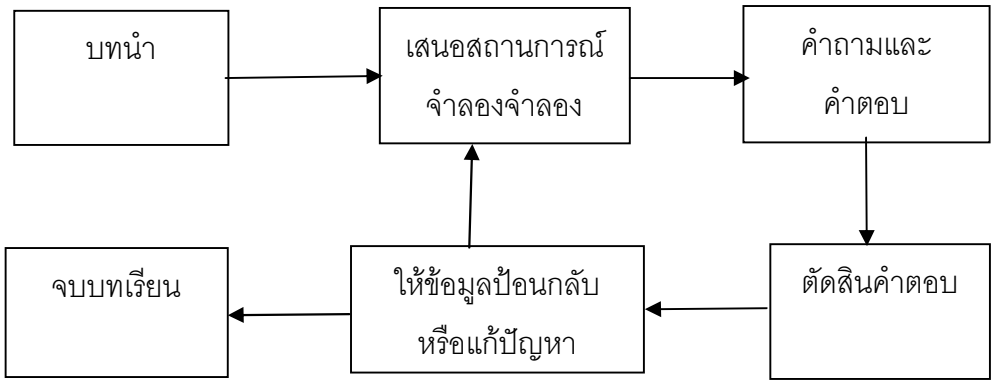
แผนภูมิที่ 6 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอน

2. การฝึกหัด (Drills and Practice) บทเรียนในการฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอข้อคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันแก้ไข และพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้วจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ โปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้จะสามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชา ทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษาเป็นต้น



แผนภูมิที่ 7 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนการฝึกหัด

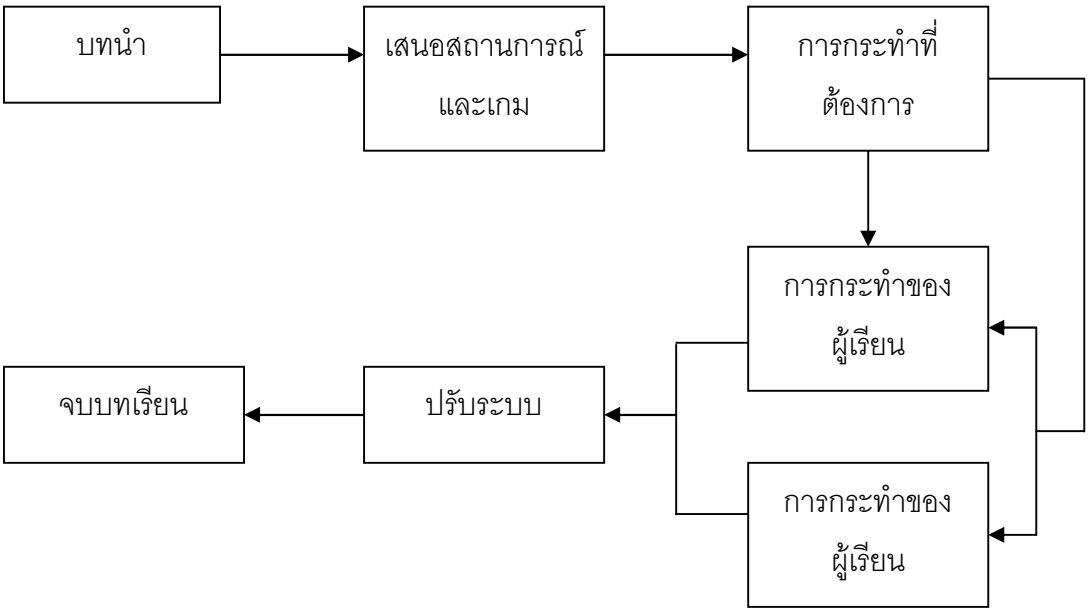
3. การจำลอง (Simulation) การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นการจำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยตัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้นเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์ เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนการจำลองอาจจะประกอบด้วยการเสนอความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญและความคล่องแคล่ว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่างๆในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งเหล่านี้ทั้งหมดหรือมีเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็ไ ด้ ในโปรแกรมบทเรียนการจำลองนี้จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมการสาธิต โปรแกรมนี้มิใช่เป็นการสอนเหมือนกับโปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งเป็นการเสนอเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แต่โปรแกรมการสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่ านั้น เช่น ในการเสนอการจำลองของระบบสุริยะจักรวาลว่ามีดาวนพเคราะห์อะไรบ้างที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ในโปรแกรมนี้อาจมีการสาธิตแสดงการหมุนรอบตัวเองของดาวนพเคราะห์เหล่านั้นและการหมุนรอบดวงอาทิตย์ให้ชมด้วยดังนี้เป็นต้น



แผนภูมิที่ 8 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนการจำลอง

4. เกมเพื่อการสอน (Instructional Games) การใช้เกมเพื่อการสอนกำลังเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกันในเรื่องของกฎเกณฑ์แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทัศนคติตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอยหรือฝันกลางวัน ซึ่งเป็นอุปสรรคใน

การเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันกันจึงทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบโปรมแกรมบทเรียนของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนการจำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันไปด้วย



แผนภูมิที่ 9 รูปแบบโปรแกรมเกมเพื่อการสอน

5. การค้นพบ (Discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น นักขายที่มีความสนใจจะขายสินค้าเพื่อเอาชนะ คู่แข่งโปรแกรมจะจัดให้มีสินค้ามากมายหลายประเภทเพื่อให้นักขายทดลองจัดแสดงเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า และเลือกวิธีการดูว่าจะขายสินค้าประเภทใดด้วยวิธีการใดจึงจะทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าควรจะมีวิธีการขายอย่างไรที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้

6. การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหาถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น ดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณี

นี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหา โดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง เช่น ในการหาพื้นที่ของที่ดินแปลงหนึ่ง ปัญหามิได้อยู่ที่ว่าผู้เรียนจะคำนวณหาพื้นที่ได้เท่าไรแต่ขึ้นอยู่กับว่าจะจัดการหาพื้นที่ได้อย่างไรเสียก่อน ดังนี้เป็นต้น

7. การทดสอบ (Test) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบมิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้นแต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกเป็นอิสระจากการถูกผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่าๆ ของปรนัย หรือคำถามจากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน หรือผู้ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่างๆมาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

รัชพล คชชารุ่งโรจน์ (2546, หน้า 2) แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 6 ประเภทดังนี้

1. การสอนเนื้อหาโปรแกรมนี้จะนำเสนอเนื้อหาความรู้เป็นบทความ ภาพเสียงรวมกันแล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม

2. แบบฝึกปฏิบัติ มุ่งปฏิบัติฝึกฝนทักษะความสามารถต่างๆมีการคัดเลือกคำถาม ปัญหาไม่มีการกำหนดเนื้อหามาให้ใช้สำหรับครูสอนจบแล้ว

3. สถานการณ์จำลอง เป็นโปรแกรมที่นำกิจกรรมใกล้เคียงคว ามจริงให้ผู้เรียนได้เรียนในสภาพเหมือนกับสภาพจริงๆ

4. เกมการศึกษา เป็นโปรแกรมที่นำแนวคิดการแข่งขันทางเกมการศึกษา

5. การทดสอบ การเปลี่ยนแปลงจากการสอบจากระบบเดิมที่เป็นปรนัยมาเป็นการได้ตอบทางคอมพิวเตอร์

6. การแก้ปัญหา เป็นโปรแกรมที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหา โดยมีเงื่อนไข กฎเกณฑ์ มีการตัดสินใจ

จากการศึกษาประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนข้างต้น พอสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลอง และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประเภทแบบฝึกหัด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละประเภทนั้นก็มีรูปแบบที่ต่างกันออกไป ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่จำเป็นต้องสร้างโดยยึดประเภทใดประเภทหนึ่งเสมอไป ผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะนำลักษณะที่ดีของแต่ละประเภทมาผสมผสานกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอน ก่อให้เกิดประโยชน์และพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนมากที่สุด

3. ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาวิจัยและสรุปผลการศึกษาค้นคว้าเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทราบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้สอน ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2540) ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีการนำเสนอบทเรียนด้วยภาพ เสียง และการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ทำให้เกิดความอยากเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง เป็นการส่งเสริมผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนโดยคำนึงถึงหลักการของความแตกต่างระหว่างบุคคลผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละขั้นตอนจากง่ายไปหายาก ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการการเรียนรู้ ผู้เรียนจะรับเนื้อหาทีละน้อยจนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน ประหยัดเวลาในการเรียนการสอนเนื่องจากเป็นการเรียนแบบศึกษารายบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีการจัดและประเมินผลไปพร้อมกันและสามารถช่วยผู้เรียนโดยการจัดโปรแกรมเสริมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถนำเสนอสิ่งที่สื่ออื่นทำไม่ได้ เช่น การตัดสินใจ เสนอเนื้อหาใหม่หรือการตัดสินใจในการเรียนซ้ำเนื้อหาเดิม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสอนมโนมติในบางเรื่องที่เข้าใจยากให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น เพราะมโนมติบางอย่างเข้าใจยากจากผู้สอนหรือตำรา

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541, หน้า 13 -14) กล่าวถึง คุณค่าทางการศึกษาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ใช่สื่อการศึกษาใหม่ ในสหรัฐอเมริกาใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมานาน 3 ทศวรรษแล้วที่ได้มีความพยายามในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาช่วยในการเรี ยนการสอน สาเหตุที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับความนิยมและมีแนวโน้มที่เป็นสื่อการศึกษาที่สำคัญต่อไปในอนาคต ก็เนื่องจากการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณค่าทางการศึกษา คือ สามารถเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาได้เป็นอย่างดี ได้แก่ ปัญหาการสอนแบบตัวต่อตัว

ในปัจจุบันอัตราส่วนของครูต่อนักเรียนที่สูงมาก การสอนแบบตัวต่อตัวในชั้นเรียนปกติเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้เลย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเปรียบเสมือนทางเลือกใหม่ที่จะช่วยทดแทนการสอนในลักษณะตัวต่อตัว ซึ่งนับว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ดีที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่เปิด

โอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ หรือมีการโต้ตอบกับผู้สอนได้มากและผู้สอนก็สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ทันที นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. ปัญหาภูมิหลังที่ต่างกันของผู้เรียน

ผู้เรียนแต่ละคนย่อมที่จะมีพื้นฐานความรู้ซึ่งแตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนศึกษาตามความรู้ความสามารถของตน โดยการเลือกลักษณะและรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนเองได้ เช่น ความเร็วช้าของการเรียน เนื้อหาและลำดับการเรียน

2. ปัญหาการขาดแคลนเวลา

ผู้สอนมักประสบปัญหาการมีเวลาว่างไม่ เพียงพอในการทำงาน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากมีการวิจัยหลายเรื่องที่พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการสอนโดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนด้วยวิธีปกติแล้ว การสอนโดยใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้าช่วยนั้น จะใช้เวลาเพียง 2 ใน 3 เท่าของการสอนด้วยวิธีปกติเท่านั้น

3. ปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ

สถานศึกษาที่อยู่ห่างไกลจากชุมชนมักจะประสบปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นทางออกให้ผู้เรียนมีโอกาสศึกษาจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ นอกจากนี้สำหรับสถานศึกษาที่ขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านนั้น ก็ยังสามารถที่จะนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้ช่วยในการสอนได้ โดยขณะเดียวกันผู้เชี่ยวชาญเองแทนที่จะต้องเดินทางไปสอนหรือเผยแพร่ความรู้ในสถานที่ต่างๆ ก็สามารถถ่ายทอดความรู้ลงในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเผยแพร่ให้ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถานศึกษาอื่นๆได้เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรูปแบบการสอนที่พร้อมจะทำงานอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา

ภาษิต เครืองเนียม (2549, หน้า 7) สรุปประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถโต้ตอบ มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์และได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที

2. ผู้เรียนสามารถเรียนซ้ำได้ตามต้องการ

3. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยการนำเสนอด้วยกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียงให้ความสวยงามสมจริง

4. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้เร็ว

5. ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูง เนื่องจากได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองจากขั้นตอนที่ง่ายไปตามลำดับ

6. สร้างความพึงพอใจให้กับผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน

7. ช่วยให้ครูมีเวลามากขึ้น เพิ่มพูนความรู้ด้านอื่น ๆ

8. ลดช่องว่างระหว่างการเรียนรู้ในโรงเรียนในเมืองและชนบท เพราะสามารถส่งบทเรียนไปยังโรงเรียนชนบทให้เรียนรู้ได้ด้วย

9. ประหยัดเวลาและงบประมาณในการจัดการเรียนการสอน

10. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง แก้ปัญหา และฝึกคิดอย่างมีเหตุผล

สรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประโยชน์อย่างมาก เช่น เป็นการช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู แก้ปัญหาในเรื่องเวลาทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ฝึกคิดอย่างมีเหตุผล ผู้เรียนสามารถเรียนซ้ำได้ตามต้องการ หากไม่เข้าใจในเนื้อหานั้น เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะแบ่งเบาภาระงานครูในการจัดการเรียนการสอน เป็นต้น

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องได้รับการออกแบบโดยอาศัยหลักการเรียนรู้ผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีความรู้เกี่ยวกับหลักการในการออกแบบและขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อที่จะได้สามารถออกแบบและสร้างบทเรียนที่มีคุณภาพ ได้ผลการเรียนรู้ที่ดี หลักการที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงและนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แก่ หลักการเกี่ยวกับ กระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) ของกาเย่ (พรเทพ เมืองแมน, 2544, หน้า 38-39) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์และสรุปลำดับขั้นของการเรียนรู้ ซึ่งกาเย่ได้แบ่งกลวิธีการออกแบบบทเรียนเป็นขั้นตอนต่างๆ ไว้ 9 ขั้น (บุปผชาติ ทัฬหิกรและคณะ, 2544. หน้า 46)

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)
9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. **เร่งเร้าความสนใจ** (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกันเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน น อกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียน พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของกา รออกแบบในส่วนนี้ก็คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์ ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือ กดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1. เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งเร้าความสนใจส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจนง่าย และไม่ซับซ้อน

1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ

1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

1.4 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับค วามรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2.ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอผลพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหว ของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่ายๆ

3. เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจนโดยเฉพาะสีเข้ม

4. เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพและกราฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

5. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

2. **บอกวัตถุประสงค์** (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียนนับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเอง หลังจากจบบทเรียนแล้วยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อ หาอย่างคร่าวๆจะช่วยให้

ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัย ยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียนจะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั้ง

2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่เข้าใจของผู้เรียนโดยทั่วไป

3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามากควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

4. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

5. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลักและตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้

7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้นอาจใช้กราฟิกง่ายๆเข้าช่วย เช่น ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

3. **ทบทวนความรู้เดิม** (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือการทดสอบก่อนบทเรียน

(Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากจะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียน บางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมา เป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อม ผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นความรู้เท่ากัน

2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด

3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆกระชับและตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

4. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจากการทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิมบทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิดจะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่ายแต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่าภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อ หานำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อยแต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว ดังนั้นการเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญๆ

2. เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้นหรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่แทนข้อความคำอธิบาย

4. การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพ หรือไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยากและไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

5. จัดรูปแบบของคำอธิบายให้น่าอ่าน หากเนื้อหายาว การจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอนๆ คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่างควรกระชับและเข้าใจง่าย คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คุ้นเคยและเข้าใจความหมายตรงกัน

6. หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมาโดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้างแทนที่จะให้กดแป้นพิมพ์หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

1. บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์เนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

2. ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

3. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล้องหลายๆ ค่า เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูรับแสง เป็นต้น

4. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปรูปธรรม

6. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมา

6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่าโสตทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น วีดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถ

มีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรมและปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วนคิดหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆเพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป

3. ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา

4. เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ

5. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก

6. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิด หรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

7. เฟรมตอบสนองผู้เรียน เฟรมคำถาม และเฟรมการตรวจปรับเนื้อหาควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

8. ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรค ประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไปตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

7. **ให้ข้อมูลย้อนกลับ** (Provide Feedback)

การให้ผลป้อนกลับจะได้ผล ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟิก อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผลว่า หากทำผิดแล้วจะเกิดอะไรขึ้นสิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ดังนี้

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียน

2. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน

3. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยการใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้

4. หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไป ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

5. อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิดโดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

6. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2-3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยเวลาให้เสียไป

7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกล จากเป้าหมายก็ได้

8. พยายามสุ่มการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

8. **ทดสอบความรู้ใหม่** (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไป หรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ

2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจปรับคำตอบควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

5. ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม

6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสม และมีความเชื่อมั่นเหมาะสม

7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดแจ้ง

8. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเอง หลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกันบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อไปในบทเ รียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

2. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อเลสซีและทรอลิป (Allesi and Troplip, 1991. อ้างอิงใน พรเทพ เมืองแมน, 2544, หน้า 41-42) ได้เสนอแบบจำลองการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียม (Prepare)

- กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)
- เก็บข้อมูล (Collect Resources)
- เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)
- สร้างความคิด (Generate Ideas)

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบ (Design)

- ทอนความคิด (Eliminate the Idea)
- วิเคราะห์งานและมโนมติ (Analyse Task and Concept)
- ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Design Preliminary Lesson)
- ประเมิน/แก้ไขการออกแบบ (Evaluate and Revise the Design)

ขั้นตอนที่ 3 เขียนผังงาน (Create Flowchart Lesson)

ขั้นตอนที่ 4 สร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

ขั้นตอนที่ 5 สร้างและเขียนโปรแกรม (Create Program Lesson)

ขั้นตอนที่ 6 ผลิตเอกสารประกอบการเรียน (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ซีลและกลาสโกลว์ (Secls,Brabala & Glasgow,Zita, 1990,p.8) ได้เสนอแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนในรูปแบบ ADDIE MODEL 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนวิเคราะห์ (Analyze Phase) ดำเนินการวิเคราะห์ในเรื่องต่อไปนี้
   1.1 การวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) หรือประเมินความต้องการ (Need Assessment)
   1.2 การวิเคราะห์งาน/กิจกรรม (Job/Task analysis)
   1.3 การวิเคราะห์ผู้เรียน/ผู้ฝึกอบรม (Identification of Student Profiles)
   1.4 การวิเคราะห์ทรัพยากร (Resources)
2. ขั้นการออกแบบ (Design Phase) ดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้
   2.1 ตั้งวัตถุประสงค์ (Objective)
   2.2 กำหนดเนื้อหาความรู้/ แบบทดสอบ (Subject Matter/ Test)
   2.3 การเลือกและการออกแบบสื่อ (Media Selection/ Design)
3. ขั้นการพัฒนา/ผลิต (Development / Production Phase) ดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้
   3.1 สร้างบทเรียน/ กิจกรรมการเรียน (Lesson/ Task)
   3.2 ผลิตสื่อ/ วัสดุการเรียนการสอน (Media/ Material Production)
4. ขั้นการนำไปทดลองใช้ (Implementation Phase) ดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้
   4.1 การสอน (Instruction)
   4.2 การบริหาร (Administration)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluate/ Control Phase) ได้แก่
   5.1 การประเมินผลเพื่อปรับปรุง (Formative)
   5.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ (Summative)
   5.3 การประเมินต้นทุนและประโยชน์ที่ได้รับ (Cost/ Benefit)

รอมีสซอสกี (Romiszowski, 1986:271-272 อ้างอิงใน พรเทพ เมืองแมน, 2544, หน้า 43) ได้แนะนำขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์
2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการของผู้เรียน เพื่อสร้างรูปแบบของบทเรียน
3. ออกแบบบทเรียน
4. สร้างบทเรียน
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับการเรียน
6. ทดลองใช้เพื่อพัฒนาบทเรียน
7. ประเมินผลทั้งทางด้านการสอนและเทคนิคคอมพิวเตอร์

เคมพ์ (Kemp.1985: 248 อ้างอิงใน พรเทพ เมืองแมน, 2544, หน้า 43) ได้เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมี 8 ขั้นตอนดังนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือที่จะใช้งาน
2. ออกแบบและเขียนแผนผังของลำดับขั้นการสอน
3. พัฒนาคำถามเพื่อการสอนและทบทวน
4. สร้างกรอบความคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มเติมเทคนิคด้านภาพแสงและเสียงเพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น
7. จัดเตรียมวัสดุสิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน
8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

3. หลักในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

องค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องมีลักษณะสำคัญ 4 ประการ ซึ่งเรียกย่อๆ ว่า 4-I คือ (http://www.elearning.nectec.or.th)

Information ต้องมีเนื้อหาสาระสำคัญ

Individualized ต้องตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

Interactive ต้องมีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับบทเรียนได้

Immediate Feedback ต้องให้ผลย้อนกลับโดยทันที

รัชพล คชชารุ่งโรจน์ (2546, หน้า 2-6) กล่าวถึงหลักในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. การออกแบบบทเรียน
   1.1 วิเคราะห์เนื้อหา
   1.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.3 กำหนดขอบข่ายของเนื้อหา

1.4 กำหนดลำดับขั้นตอนการทำงาน เช่น ภาษา จอภาพ ตัวอักษร หลักจิตวิทยาประเมินผลตามความสนใจ

1.5 เขียนบทสคริปหรือผังงาน

2. ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 สร้างบทเรียนตามสคริปท์

2.2 สร้างคู่มือการใช้บทเรียน เช่นคู่มือครู คู่มือนักเรียน คู่มือการใช้โปรแกรม

3. การนำไปใช้

3.1 ทดลองใช้

3.2 ใช้และติดตามผลการใช้

วีระพนธ์ คำดี (มปป, หน้า 2-4) กล่าวถึงหลักในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่า การสร้างสื่อ CAI ควรทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายมากที่สุดจึงจะเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสิ่งต่างๆ ที่ครูผู้สอนทำอยู่แล้ว สามารถนำมาทำสื่อ CAI ได้ เช่น บทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม ชุดการเรียนการสอนบทเรียนโมดูล (Module) บัตรคำ แผนภูมิ หรือสื่ออะไรก็ได้ที่ครูผลิตอยู่แล้วสื่อต่างๆ เหล่านี้ครูก็ทำกันปกติอยู่แล้ว แต่จะจัดในกระดาษแล้วทำเป็นรูปเล่ม แต่ถ้าเรานำมาประยุกต์ ปรับปรุง แล้วให้เรียนกันในคอมพิวเตอร์ก็สามารถเป็นสื่อ CAI ได้แล้ว ส่วนรูปแบบที่นิยมในการสร้างสื่อ CAI เป็นดังนี้

1. **การนำเสนอเนื้อหา** (Knowledge Presentation)

การสร้างเนื้อหาต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ส่วนเนื้อหาไม่ควรมีเฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว แต่เนื้อหาควรจะมีสิ่งต่อไปนี้ด้วย เช่น มีภาพประกอบ มีเสียง หรือมีภาพยนตร์ประกอบด้วยถึงจะเรียกว่าเนื้อหาที่ดีและเหมาะสมกับความสามารถของสื่อการสอนแบบคอมพิวเตอร์ ส่วนจะสร้างเนื้อหาดังกล่าวอย่างไรให้น่าสนใจจะกล่าวในบทต่อไป

2. **การโต้ตอบกับผู้เรียน** (Interactivity)

โดยปกติการสอนที่ดี ควรเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนได้ ฉะนั้นสื่อ CAI ที่ดีควรให้เด็กได้มีส่วนร่วมในการคิดแก้ปัญหา นั้นคือมีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับสื่อ CAI ซึ่งในปัจจุบันโปรแกรมที่ใช้สร้างสื่อ CAI สามารถสร้างการโต้ตอบดังกล่าวได้และทำได้ดีเสียด้วย

3. **การวัดและประเมินผล** (Evaluation)

หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาหรือได้ใช้สื่อ CAI แล้ว สิ่งที่เด็กจะบอกผู้สอนได้ว่าเข้าไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือไม่ นอกจากสังเกต สัมภาษณ์ พูดคุยแล้ว สิ่งที่วัดได้เป็นรูปธรรมก็คือ

แบบทดสอบหรือข้อสอบหลังจากใช้สื่อ CAI อาจไม่ใช่วิธีการวัดผลที่ดีที่สุดแต่ถือว่าเป็นที่นิยมกัน ส่วนวิธีทดสอบครูผู้สอนจะใช้แบบไหนก็ได้ขอให้ยึดการวัดผลดังนี้ วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้เครื่องมือที่ดี ส่วนมากนิยมคือข้อสอบหรือแบบทดสอบแต่อย่าไปยึดเป็นรูปแบบตายตัว จะเป็นเครื่องมืออะไรก็ได้แต่ขอให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารให้เราเข้าใจว่าเขารู้เรื่องในสิ่งที่เราสอน เช่น อาจจะเป็นการสร้างสถานการณ์แล้วให้เด็กวิเคราะห์หาสาเหตุแก้ปัญหา นี่ก็ถือว่าเป็นเครื่องมือที่ดีไม่จำเป็นต้องยึดข้อทดสอบหรือแบบทดสอบเสมอไป

4. บุคลากรในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องเกี่ยวข้องกับบุคลากรหลายด้าน หลายฝ่ายที่ทำงานประสานร่วมมือกัน เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการเรียนรู้ผ่านสื่อคอมพิวเตอร์ มีความยืดหยุ่น เหมาะสมกับสภาพผู้เรียนที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นบุคลากรในงานนี้ ได้แก่ (http://www.mod.go.th.htm/cai 04.htm)

1. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เป็นกลุ่มบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่างๆ รวมถึงการใช้สื่อเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพผู้เรียน ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาด้านต่างๆ ได้แก่

1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา เป็นผู้ที่มีความรู้ด้านเนื้อหา หลักสูตร กำหนดเป้าหมาย และทิศทางของหลักสูตร

1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางการสอนในรายวิชานั้นๆ สามารถจัดลำดับความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิคการนำเสนอ การสร้างบทเรียน การวัดผล

1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา การออกแบบบทเรียน จัดรูปแบบการแสดงผล การเลือกใช้กราฟิก หรือสื่อต่างๆ ที่จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

1.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้คำแนะนำการใช้โปรแกรม Authoring tools ที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะนำเสนอ ตลอดจนการทำเอกสารประกอบการใช้สื่อ

2. กลุ่มผู้ออกแบบและสร้างบทเรียน เป็นผู้ทำหน้าที่ออกแบบและสร้างบทเรียนโดยตรง โดยเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์กิจกรรม การทำสื่อประเมินผล การสร้าง Story board ของเนื้อหา โดยอยู่ภายใต้ความควบคุม ดูแลของ ผู้เชี่ยวชาญ จากนั้น ก็นำมาลงโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3. ผู้บริหารโครงการ ทำหน้าที่จัดการ และบริหารงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างบทเรียน จัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ ควบคุมคุณภาพของบทเรียน ประสานงานกับกลุ่มต่างๆ ควบคุมงบประมาณต่าง ๆ

5. การออกแบบหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื่องจากการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำเสนอผ่านคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการออกแบบหน้าจอจึงเป็นประเด็นสำคัญด้วย เพื่อดึงดูดความสนใจและช่วยให้จัดรูปแบบการนำเสนอที่สมดุลกันขององค์ประกอบต่างๆ บนจอภาพ เพราะถ้าเนื้อหาถึงจะดีเพียงใดก็ตาม หากหน้าจอไม่ดี หรือไม่ดึงดูด ก็ส่งผลต่อการใช้โปรแกรมได้ คุณค่าของสื่อก็จะลดลงด้วย โดยองค์ประกอบเกี่ยวกับการออกแบบหน้าจอ ได้แก่ (http://www.elearning.nectec.or.th)

1. ความละเอียดของจอภาพ ปัจจุบันความละเอียดของจอภาพที่นิยมใช้จะมีสองค่า คือ 640x480 pixel และ 800x600 pixel ดังนั้นควรพิจารณาถึงความละเอียดที่จะดีที่สุด เพราะหากออกแบบหน้าจอสำหรับจอภาพ 800x600 pixel แต่นำมาใช้กับจอภาพ 640x480 pixel จะทำให้เนื้อหาตกขอบจอได้ แต่ถ้าหากจัดทำด้วยค่า 640x480 pixel นำเสนอผ่านจอ 800x600 pixel จะปรากฏพื้นที่ว่างรอบเฟรมเนื้อหาที่นำเสนอ

2. การใช้สี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนั่งดู และศึกษาบทเรียนได้ดี ควรใช้ในสีโทนเย็น หรืออาจจะพิจารณาองค์ประกอบร่วมกัน คือ สีของพื้น (Background) ควรเป็นสีขาว, สีเทาอ่อน ในขณะที่สีข้อความ ควรเป็นสีในโทนเย็น เช่น สีน้ำเงินเข้ม, สีเขียวเข้มหรือสีที่ตัดกับสีพื้น จะมีการใช้สีโทนร้อนกับข้อความที่ต้องการเน้นเป็นพิเศษเท่านั้น และไม่ควรใช้สีเกิน 4 สีกับเนื้อหาข้อความ ไม่ควรสลับสีไปมาในแต่ละเฟรม

3. รูปแบบของการจัดหน้าจอ รูปแบบของการจัดหน้าจอ ที่สมดุลกันระหว่างเมนู, รายการเลือก, เนื้อหา, ภาพประกอบ จะช่วยให้ผู้ใช้สนใจเนื้อหาได้มาก โดยมากมักจะแบ่งจอภาพเป็นส่วนๆ ได้แก่ ส่วนแสดงหัวเรื่อง, ส่วนแสดงเนื้อหา, ส่วนแสดงภาพประกอบ, ส่วนควบคุมบทเรียน, ส่วนตรวจสอบเนื้อหา, ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น นาฬิกาแสดงเวลา, หมายเลขเฟรมลำดับเนื้อหา, คะแนน เป็นต้น

4. การนำเสนอเนื้อหาที่เป็นข้อความ สิ่งแรกที่ควรคำนึงถึงคือ ฟอนต์ที่นำมาใช้งานควรเป็นฟอนต์มาตรฐาน มีรูปแบบที่ชัดเจน มีการกำหนดขนาดที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย นำเสนอด้วยข้อความนำแบบสั้นๆ เพื่อดึงเข้าเนื้อหาจริง หลีกเลี่ยงการนำเสนอแบบจัดกึ่งกลาง ควรนำเสนอภาพพอประมาณ ไม่มากหรือน้อยเกินไป จุดเน้นให้ใช้การตีกรอบสีหรือเน้นด้วยสีตัวอักษรด้วยสีโทนร้อน

Phillips (1997 อ้างใน นพวรรณ, 2546, หน้า 32) กล่าวว่า เส้น (line) รูปร่าง (shape) พื้นผิว (texture) ความสมดุล (balance) พื้นที่ว่าง (space) สี (color) และตัวอักษร (text) ทุกๆ ส่วนมีความสำคัญในการออกแบบหน้าจอ ประกอบด้วย

1. การใช้เส้นในการออกแบบหน้าจอ (line) เมื่อคิดถึงคำว่า line แสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอน แต่อีกด้านหนึ่งเส้นคือสิ่งที่เรียบง่าย เป็นรูปร่างพื้นฐานในการออกแบบ รูปแบบหน้าจอไม่ใช่องค์ประอบเด่นในหน้าจอแต่สิ่งที่กำหนดกรอบคือระยะการมองของสายตา

2. รูปร่าง (shape) รูปร่างก็เปรียบเสมือนการเรียนเรื่องสี ซึ่งเป็นวิชาที่ว่าด้วยความงาม เมื่อนึกถึงรูปร่างก็คือสิ่งที่ไม่คงที่ มีความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ใช้ในการออกแบบหน้าจอ รูปร่างพื้นฐานที่นำไปใช้ในการออกแบบคือ สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม และวงกลม เช่น เนื้อหาอาจจะเป็นสี่เหลี่ยม หัวข้ออาจเป็นสี่เหลี่ยมพื้นผ้า กราฟิกอาจอยู่ในรูปวงกลม สัญลักษณ์อาจอยู่ในรูปสามเหลี่ยม ซึ่งการออกแบบจะต้องกลืนกันไปทั้งหน้าจอ

3. ลักษณะของพื้นผิวที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ (texture) คือลักษณะพื้นผิวหน้าจอที่ปรากฏให้เห็น การใช้สีในหน้าจอจะต้องมีความกลมกลืนกับพื้นผิวถ้าสีมากไปจะทำให้เกิดความสับสน

4. ความสมดุล (balance) ความสมดุลของหน้าจอต้องตั้งอยู่บนมาตรฐานของความสมดุลของสี รูปภาพ ตัวอักษร กราฟิก ความสว่าง และการวางตำแหน่งรูปภาพที่อยู่บนหน้าจอ

5. การกำหนดให้มีพื้นที่ว่างบนหน้าจอ (space) คือพื้นที่ว่างในการรองรับรูปภาพ ตัวอักษร กราฟิก ที่อยู่บนหน้าจอ เมื่อมองแล้วไม่ทำให้เกิดความอึดอัด

6. สี (color) การนำสีมาใช้ควรคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการใช้สีและหลักทฤษฎีสี ดังนี้

ตารางที่ 1 การใช้สีบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมของ Rob Phillips

สีพื้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์(background)	**สีที่ควรใช้กับตัวอักษร ภาพ และกราฟิก** (suggested colours)	**สีที่ไม่ควรใช้กับตัวอักษร ภาพ และกราฟิก** (colours to avoid)
สีฟ้าเข้ม	สีเหลือง สีส้มอ่อน สีขาว สีฟ้าอ่อน	สีส้มสว่าง สีแดง สีดำ
สีเขียวเข้ม	สีชมพูอ่อน สีขาว	สีส้มสว่าง สีแดง สีดำ
สีเหลืองอ่อน	สีฟ้าถึงฟ้าเข้ม สีม่วงถึงม่วงเข้ม สีดำ	สีขาว สีโทนร้อน สีโทนสว่าง
สีเขียวอ่อน	สีดำ, สีเขียวเข้ม	สีแดง สีเหลืองอ่อน สีโทนสว่าง
สีขาว	สีดำ, สีโทนเข้ม	โทนสีสว่างโดยเฉพาะสีเหลือง

ที่มา Phillips (1997: 81)

สีสร้างอารมณ์และความรู้สึกให้กับคน นอกจากนั้นสียังมีผลต่อปฏิกิริยาของร่างกายด้วย (Zimpfer,1988 อ้างใน กฤษมันต์, 2535) ลักษณะของสีที่ปรากฏจะให้ผลต่อผู้เห็นในลักษณะแตกต่างกัน เช่น สีจากภาพเขียน ภาพถ่าย จากจอเครื่องฉายสไลด์ และสีจากจอภาพยนตร์ ผู้ชมจะรับรู้เห็นสีเหล่านั้นจากการที่แสงตกกระทบภาพเหล่านั้นแล้วสะท้อนมาสู่ดวงตา แต่สีที่เกิดจากจอภาพคอมพิวเตอร์นั้นเปล่งแสงโดยตรงเข้าสู่ดวงตาซึ่งมีลักษณะเดียวกับการชมโทรทัศน์ ภาพบนจอเป็นภาพที่เกิดจากจุดเล็กๆมาเรียงต่อกัน ถ้าจำนวนจุดบนจอมากและระยะห่างระหว่างจุดน้อย (dot pith)ภาพที่ได้จะคมชัด ระยะห่างของจุด นิยมวัดเป็นมิลลิเมตร (Stanford,1990 อ้างใน กฤษมันต์, 2535) เช่น .30,.28 มิลลิเมตร เป็นต้น ส่วนสีต่างๆที่เกิดขึ้นเป็นการผสมของสีทั้ง 3 (RGB)ในอัตราส่วนที่ต่างกัน คอมพิวเตอร์ในอดีตจะให้สีได้ไม่มากนักประมาณ 16 สี แต่ในปัจจุบันไม่มีขีดจำกัด แล้วสามารถให้สีได้เพียงพอกับความต้องการ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทฤษฎีหลักที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และส่งผลกระทบต่อแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541, หน้า 52) ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility)

1.ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) เป็นแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) เชื่อว่าจิตวิทยาเป็นเสมือนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของพฤติกรรมมนุษย์ (Scientific Study of Human Behavior) และการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอกมีแนวความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimuli and Response) เชื่อว่าการตอบสนองกับสิ่งเร้าของมนุษย์จะเกิดควบคู่กันในช่วงเวลาที่เหมาะสม การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นพฤติกรรมแบบอาการกระทำ(Operant Conditioning) ซึ่งมีการเสริมแรง(Reinforcement)เป็นตัวการ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้ไม่พูดถึงความนึกคิดภายในของมนุษย์ ความทรงจำภาพ ความรู้สึกโดยถือว่าคำเหล่านี้เป็นคำต้องห้าม (Taboo) ทฤษฎีนี้ส่งผลต่อการเรียนการสอนที่สำคัญในลักษณะที่การเรียนเป็นชุดของพฤติกรรมซึ่งจะต้องเกิดขึ้นตามลำดับที่แน่ชัด ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์ได้ต้องมีการเรียนตามขั้นตอนเป็นวัตถุประสงค์ๆไป ผลที่ได้จากการเรียนขั้นแรกนี้จะเป็นพื้นฐานในการเรียนของขั้นต่อๆ ไปในที่สุด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวความคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยม มีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิง เส้นตรง (Linear) โดยจะได้รับ

การเสนอเนื้อหาในลำดับที่เหมือนกันและตายตัว ซึ่งได้พิจารณาแล้วว่าเป็นลำดับการสอนที่ดีและผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ มีการตั้งคำถามผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ หากตอบถูกก็จะได้รับการตอบสนองในรูปผลป้อนกลับทางบวกหรือรางวัล (Reward) หากผู้เรียนตอบผิดจะได้รับการตอบสนองในรูปของผลป้อนกลับในทางลบและคำอธิบายหรือการลงโทษ (Punishment) ซึ่งผลป้อนกลับนี้ถือเป็นการเสริมแรงเพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมจะบังคับให้ผู้เรียนผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามจุดประสงค์เสียก่อน จึงสามารถผ่านไปศึกษาเนื้อหาของวัตถุประสงค์ต่อไปได้ หากไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ผู้เรียนต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาเดิมอีกครั้งจนกว่าจะผ่านการประเมิน

2. ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) ภายใต้ทฤษฎีปัญญานิยมได้เกิดทฤษฎีโครงสร้างความรู้ ซึ่งเป็นแนวคิดที่เชื่อว่าโครงสร้างภายในความรู้ที่มนุษย์มีอยู่ มีลักษณะเป็นโหมดหรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ การที่มนุษย์เรียนรู้อะไรใหม่ๆนั้นมนุษย์จะนำความรู้ใหม่ที่เพิ่งได้รับนั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม (Pre-existing Knowledge) รูเมลฮาร์ทและออโทนี่ (Rumelhart and Ortony, 1977) ให้นิยามความหมายของโครงสร้างความรู้ว่าเป็นโครงสร้างข้อมูลภายในสมองของมนุษย์ซึ่งรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัตถุ ลำดับเหตุการณ์ รายการกิจกรรมต่างๆ เอาไว้ หน้าที่โครงสร้างของความรู้นี้คือ การนำไปสู่การรับรู้ข้อมูล (Perception) การรับรู้ข้อมูลนั้นจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากขาดโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) เพราะการรับรู้ข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่และจากการกระตุ้นโดยเหตุการณ์หนึ่งๆ เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นๆเข้าด้วยกัน การรับรู้ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้ โดยปราศจากการรับรู้ โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่างๆที่เราเคยเรียนรู้มา (Anderson, 1984)

3. ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility) เชื่อว่าความรู้แต่ละองค์ความรู้มีโครงสร้างที่แน่ชัดและสลับซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกันไป องค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์กายภาพ ถือว่าเป็นองค์ความรู้ประเภทที่มีโครงสร้างตายตัวไม่สลับซับซ้อน (Well-Structured Knowledge Domains) เพราะตรรกะและความเป็นเหตุเป็นผลที่แน่นอนของธรรมชาติขององค์ความรู้ องค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น จิตวิทยาถือว่าเป็นองค์ความรู้ที่ไม่มีโครงสร้างตายตัวสลับซับซ้อน (Ill-structured Knowledge Domains) เพราะไม่เป็นเหตุเป็นผลของธรรมชาติขององค์ความรู้ (West and Others, 1991) การแบ่งลักษณะโครงสร้างขององค์ความรู้ตามประเภทสาขาวิชา ไม่สามารถหมายรวมไปทั้งองค์ความรู้ในวิชาหนึ่งๆ ทั้งหมด บางส่วนขององค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชาที่มีโครงสร้างตายตัวก็สามารถที่จะ

เป็นองค์ความรู้ประเภทที่ไม่มีโครงสร้างตายตัวได้เช่นกัน แนวคิดในเรื่องยืดหยุ่นทางปัญญานี้ส่งผลให้เกิดความคิดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อตอบสนองต่อโครงสร้างองค์ความรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งได้แก่แนวความคิดในเรื่องการออกแบบบทเรียนแบบสื่อหลายมิตินั่นเอง

ทฤษฎีโครงสร้างความรู้และความยืดหยุ่นทางปัญญา ส่งผลต่อการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันในลักษณะใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ทฤษฎีทั้งสองต่างสนับสนุนแนวคิดเกี่ยวกับการจัดระเบียบโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะสื่อหลายมิติ การจัดระเบียบโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติจะตอบสนองต่อวิธีการเรียนรู้ของมนุษย์ในความพยายามที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่เดิมได้เป็นอย่างดีตรงกับแนวคิดของทฤษฎีโครงสร้างความรู้ การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติยังสามารถที่จะตอบสนองความแตกต่างของโครงสร้างขององค์ความรู้ที่ไม่ชัดเจนหรือมีความสลับซับซ้อน ซึ่งเป็นแนวคิดทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญาได้อีกด้วย การจัดระเบียบโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนลักษณะสื่อหลายมิติ จะให้ผู้เรียนทุกคนมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน (Learner control) ตามความสามารถ ความสนใจ ความถนัด และพื้นฐานความรู้ของตน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดทฤษฎีทั้งสองนี้ก็มีโครงสร้างของบทเรียนแบบสื่อหลายมิติในลักษณะโยงใย โดยผู้เรียนทุกคนได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกันและไม่ตายตัว โดยเนื้อหาที่จะได้รับการนำเสนอจะขึ้นอยู่กับความสามาร ถ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียน ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีปัญญานิยมก็คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีทั้งสองนี้จะให้อิสระแก่ผู้เรียน ในการควบคุมการเรียนของตนมากกว่า เนื่องจากการออกแบบที่สนับสนุนโครงสร้างความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่ลึกซึ้งและสลับซับซ้อน (Crises-Crossing Relationship)

2. จิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์ที่เกี่ยวกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แนวความคิดด้านจิตวิทยาพุทธิพิสัย ได้แก่ ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความเข้าใจ ความกระตือรือร้น แรงจูงใจ การควบคุมการเรียน การถ่ายโอนการเรียนรู้ การตอบสนองความแตกต่างรายบุคคล (Alessi and Trollip, 1991)

1. ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง (Attention and Perception)

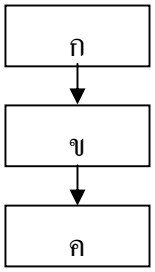
การเรียนรู้ของมนุษย์เกิดจากการที่มนุษย์ให้ความสนใจสิ่งเร้า (Stimuli) และรับรู้ (Perception) สิ่งเร้าต่างๆ นั้นอย่างถูกต้อง หากมีสิ่งเร้าพร้อมกันหลายตัวและมนุษย์ไม่ได้ให้ความสนใจกับตัวกระตุ้นที่ถูกต้องเต็มที่ การรับรู้ที่ต้องการก็ไม่อาจเกิดขึ้นได้ (หรือเกิดขึ้นได้น้อย) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องออกแบบให้เกิดการรับรู้ที่ง่ายดายและเที่ยงตรงที่สุด การที่จะให้

ผู้เรียนเกิดความสนใจกับสิ่งเร้าต่างๆนั้นอย่างถูกต้อง ต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น รายละเอียดและความเหมือนจริงของบทเรียน การใช้สื่อประสม และการใช้เทคนิคพิเศษทางภาพ (Visual effects) เข้ามาเสริมบทเรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ภาพนิ่ง ใช้เสียง ภาพเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงการออกแบบหน้าจอ การวางตำแหน่งของสื่อต่างๆ บนหน้าจอ การเลือกชนิด และขนาดของตัวอักษร การเลือกสีที่ใช้ในบทเรียนอีกด้วย การรับรู้ในตัวกระตุ้นที่ถูกต้องเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนให้ความสนใจกับสิ่งเร้าที่ถูกต้อง ตลอดทั้งบทเรียนไม่ใช่เพียงช่วงแรกของบทเรียนเท่านั้น ผู้สร้างยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการรับรู้ได้แก่ คุณลักษณะต่างๆ ของผู้เรียน ระดับผู้เรียน ความสนใจ ความรู้พื้นฐาน ความยากง่ายของบทเรียน ความคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ความเร็วช้าของการเรียน ฯลฯ การรับรู้และการให้ความสนใจของผู้เรียนมีความสำคัญมากจะเป็นสิ่งที่ชี้นำการออกแบบหน้าจอ รูปแบบการปฏิสัมพันธ์และการสร้างแรงจูงใจต่างๆ

2. การจดจำ (Memory)

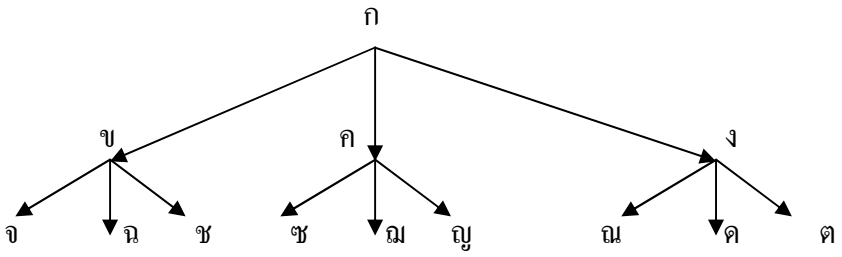
สิ่งที่มนุษย์รับรู้จะถูกเก็บเอาไว้และเรียกกลับมาใช้ภายหลัง มนุษย์จะสามารถจดจำเรื่องนั้นๆ ได้มาก แต่การที่จะแน่ใจว่าสิ่งต่างๆที่รับรู้ได้ถูกจัดเก็บไว้เป็นระเบียบและพร้อมที่จะนำมาใช้ภายหลังนั้นเป็นสิ่งที่ยากจะควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสิ่งที่รับรู้นั้นมีอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเทคนิคการเรียนที่จะช่วยในการจัดเก็บหรือจดจำสิ่งต่างๆ นั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น ผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์สำคัญที่ช่วยในการจดจำได้ดี 2 ประการ คือ หลักในการจัดระเบียบหรือโครงสร้างเนื้อหา (Organization) หลักในการทำซ้ำ (Repetition) วิธีการจัดโครงสร้างเนื้อหาให้เป็นระเบียบและแสดงให้ผู้เรียนดูเป็นสิ่งที่ง่ายและมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการให้ผู้เรียนทำซ้ำๆ เพราะการจัดโครงสร้างเนื้อหาให้เป็นระเบียบจะช่วยในการดึงข้อมูลความรู้นั้นกลับมาใช้ภายหลังหรือเรียกว่าการระลึกได้ การจัดระบบเนื้อหาออกเป็น 3 ลักษณะคือ ลักษณะเชิงเส้นตรง ลักษณะสาขา และลักษณะสื่อหลายมิติ

2.1 ลักษณะเชิงเส้นตรง เป็นแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมและเป็นการนำเสนอเนื้อหาในลำดับที่ตายตัว เช่น ก ไป ข, ข ไป ค, และ ค ไป ง ตามลำดับไปเรื่อยๆ ซึ่งการจัดโครงสร้างเนื้อหาในลักษณะนี้จะเป็นไปตามลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่าเป็นลำดับการสอนที่ดีที่สุด การออกแบบบทเรียนที่เกี่ยวกับความรู้ในลักษณะเชิงเส้นตรง ผู้ออกแบบควรเลือกนำเสนอเนื้อหาในลักษณะเชิงเส้นตรงนี้ให้เหมาะกับลักษณะของเนื้อหานั้น



แผนภูมิที่ 10 แสดงลักษณะโครงสร้างความรู้เชิงเส้นตรง

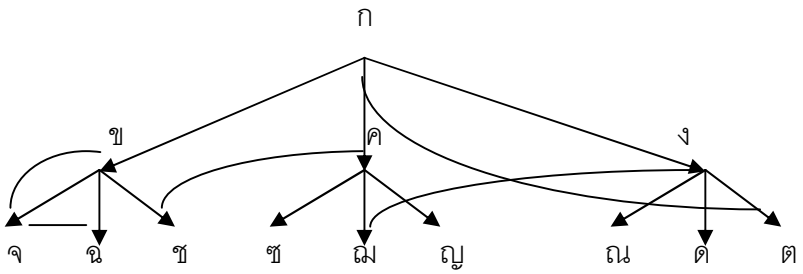
2.2 ลักษณะสาขา (Branching) เป็นแนวคิดทฤษฎีปัญญานิยมและเป็นการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะที่แตกกิ่งก้านสาขาออกไป จากจุดหนึ่งแตกกิ่งก้านสาขาออกไปเป็นจุดย่อยจากจุดย่อยแต่ละจุดก็แตกออกไปเป็นจุดย่อยๆ ไปอีกเรื่อยๆ การจัดโครงสร้างเนื้อหาในลักษณะสาขานี้เหมาะสมกับความรู้ในลักษณะเป็นการอธิบายและความรู้ลักษณะเป็นเงื่อนไข ซึ่งเป็นความรู้ประเภทที่ไม่ต้องการลำดับการเรียนรู้ที่ตายตัว การจัดระเบียบเนื้อหาในลักษณะสาขาเกิดจากแนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างภายในมนุษย์ จะทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนเลือกลำดับการนำเสนอเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ตามความสามารถความสนใจของตน



แผนภูมิที่ 11 แสดงลักษณะโครงสร้างเนื้อหาแบบสาขา

2.3 ลักษณะสื่อหลายมิติ (Hypertext or Hypermedia) เป็นแนวคิดที่เกิดจากความเชื่อเกี่ยวกับทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา เชื่อว่าความรู้แต่ละองค์ความรู้นั้นมีโครงสร้างที่แน่ชัดและสลับซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกันไป และทฤษฎีโครงสร้างความรู้ ซึ่งเชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีลักษณะเป็นโหมดหรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ และโหมดข้อมูลความรู้นี้จะนำไปสู่การรับรู้ข้อมูล (Perception) โดยการสร้างความหมายด้วยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่ การจัดโครงสร้างข้อมูลในลักษณะสื่อหลายมิติเป็น

การวางระเบียบเนื้อหาแบบใยแมงมุม ซึ่งแสดงให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ที่สลับซับซ้อน (Crossing Relationship) เชื่อมโยงกันอยู่ อาจเป็นโค รงสร้างหลักโดยรวมหรือเป็นเพียงโครงสร้างภายใน ซึ่งมีโครงสร้างหลักภายนอกในลักษณะของเชิงเส้นตรงหรือสาขาก็ได้



แผนภูมิที่ 12 แสดงลักษณะโครงสร้างเนื้อหาภายในแบบสื่อหลายมิติ

นอกจากการจัดระเบียบเนื้อหาในลักษณะต่ างๆ กันแล้ว การให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติซ้ำๆ (Repetition) ถือว่าเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยในการจดจำได้ดี การฝึกปฏิบัติซ้ำๆนั้นเหมาะสำหรับเนื้อหาความรู้ซึ่งเราไม่สามารถจัดลำดับเนื้อหาได้ นอกจากนี้การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ช่วยในการจดจำของผู้เรียนนั้นยังต้องคำนึงถึงความสามารถในการจดจำของผู้เรียนอีกด้วย

3. ความเข้าใจ (Comprehension) การจะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้มนุษย์ต้องผ่านขั้นตอนในการนำสิ่งที่มนุษย์รับรู้นั้นมาตีความและบูรณาการให้เข้ากับประสบการณ์และความรู้ในโลกปัจจุบันของมนุษย์เอง การเรียนที่ถูกต้องนั้นใช่เพียงแต่การจำและการเรียกสิ่งที่เราจำนั้นกลับคืนมา หากรวมไปถึงความสามารถที่จะอธิบาย เปรียบเทียบ แยกแยะ และประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในสถานการณ์ที่เหมาะสม เป็นต้น หลักการเกี่ยวกับการได้มาซึ่งแนวความคิด (Concept Acquisition) และการประยุกต์ใช้กฎต่างๆ (Rule application) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกี่ยวกับการประเมินความรู้ก่อนการใช้บทเรียน การให้คำนิยามต่างๆ การแทรกตัวอย่าง การประยุกต์กฎ และการให้ผู้เรียนเขียนอธิบาย โดยใช้ความคิดของตนโดยมีวัตถุประสงค์ของการเรียนเป็นตัวกำหนดรูปแบบการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกิจกรรมต่างๆ ในบทเรียน

4. ความกระตือรือร้นในการเรียน (Active Learning) การเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เพียงแค่การสังเกตหากรวมไปถึงการปฏิบัติด้วย การมีปฏิสัมพันธ์ไม่เพียงแต่คงความสนใจได้เท่านั้นหากยังช่วยทำให้เกิดความรู้และทักษะใหม่ๆในผู้เรียน ข้อได้เปรียบสำคัญของคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนที่มีเหนือสื่อการสอนอื่นๆ ก็คือ ความสามารถในเชิงโต้ตอบกับผู้เรียน แม้ว่าจะมีการเน้นความสำคัญในส่วนของปฏิสัมพันธ์มาก พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผลิตออกมานั้นมีปฏิสัมพันธ์ภายในบทเรียนน้อย ทำให้เกิดบทเรียนที่น่าเบื่อหน่าย บทเรียนที่ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนจะต้องออกแบบให้ผู้เรียนใช้ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างสม่ำเสมอ และปฏิสัมพันธ์นั้นๆ ต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

5. แรงจูงใจ (Motivation) แรงจูงใจที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองและเกม เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างแรงจูงใจ มีทฤษฎีที่เกี่ยวกับแรงจูงใจที่ได้อธิบายเทคนิคต่างๆในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ได้แก่ ทฤษฎีแรงจูงใจภายใน และแรงจูงใจภายนอก (Intrinsic and Motivation) เลปเปอร์ (Lepper, M, 1985) เชื่อว่าแรงจูงใจที่ใช้ในบทเรียนควรที่จะเป็นแรงจูงใจภายในหรือแรงจูงใจที่เกี่ยวเนื่องกับบทเรียนมากกว่าแรงจูงใจภายนอก ซึ่งเป็นแรงจูงใจที่ไม่เกี่ยวเนื่องกับบทเรียนแต่เป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ เช่น การเล่นเกมสนุกๆ หลังจากการเรียนหรือการได้ค่าจ้างตอบแทน แรงจูงใจภายนอกอาจทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนน้อยลงเนื่องจากเป้าหมายการเรียนนั้นได้แก่รางวัลที่จะได้รับมากกว่าการเรียนรู้ ในทางตรงกันข้ามแรงจูงใจที่เกี่ยวเนื่องกับบทเรียนเป็นแรงจูงใจที่ดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ การสอนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายใน นั้นคือ การสอนที่ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน เลปเปอร์ได้เสนอเทคนิคในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในไว้ดังนี้ ใช้เทคนิคของเกมในบทเรียน ใช้เทคนิคพิเศษในการนำเสนอภาพ (Visual Techniques) จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเรียนหรือสำรวจสิ่งต่างๆรอบตัว ให้โอกาสผู้เรียนในการควบคุมการเรียนของตน มีกิจกรรมที่ท้าทายผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ให้กำลังใจในการเรียนแม้ว่าผู้เรียนทำผิด การสร้างแรงจูงใจสามารถทำได้ทั้งในระดับมหัพภาค (Macro Level) และจุลภาค (Micro Level) คือ ทั้งในระดับของการพัฒนาบทเรียนโดยรวม เช่น เป้าหมายของการเรียน รูปแบบการสอน ประเภทของปัญหา ความยากง่ายของปัญหา เป็นต้น และในระดับการ ออกแบบคุณลักษณะต่างๆของบทเรียน เช่น เทคนิคการนำเข้าสู่บทเรียน เทคนิคการให้ผลป้อนกลับหรือการใช้สื่อรูปแบบต่างๆเป็นต้นทฤษฎีแบบจำลองของอาร์คส (ARCS Model) ได้แก่ การเร้าความสนใจ ความรู้สึกเกี่ยวพันกับเนื้อหา ความมั่นใจ และความพึงพอใจของผู้เรียน การเร้าความสนใจ (Arouse) การเร้าความสนใจไม่จำกัดเฉพาในช่วงแรกของบทเรียนเท่านั้น ต้องพยายามทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจตลอดทั้งบทเรียน วิธีเรียกความสนใจจากผู้เรียนได้ดี คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ความรู้สึกเกี่ยวพันกับเนื้อหา (Relevant) การทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าสิ่งที่กำลัง

เรียนอยู่นั้นมีความหมายหรือประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนเอง ตรงกับความสนใจและสาขาของผู้เรียน ความมั่นใจ (Confidence) การให้ผู้เรียนทราบถึงสิ่งที่ตนเองควรคาดหวังในการเรียนและโอกาสในการทำให้สำเร็จตามความคาดหวัง พร้อมทั้งคำแนะนำที่มีประโยชน์ เป็นการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียน ควรให้ผู้เรียนได้ควบคุมการเรียนของตนเองด้วยความพึงพอใจของผู้เรียน (Satisfaction) ทำได้โดยการจัดหากิจกรรม ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่ตนเรียนมาในสถานการณ์จริง และจัดหาผลป้อนกลับในทางบวกหลังจากที่ผู้เรียนได้แส ดงความก้าวหน้า และให้คำปลอบใจเมื่อผู้เรียนทำผิดพลาด ทั้งนี้จะต้องอยู่บนฐานของความยุติธรรมด้วย

สรุปได้ว่า การสร้างแรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญมากในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถที่จะประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่ได้อ้างถึงในบทเรียนควรที่จะมีการนำไปใช้อย่างเหมาะสมและในระดับที่พอดี เพื่อที่จะได้ไม่เกิดผลเสียกับตัวผู้เรียน ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียนมีโอกาสในการควบคุมบทเรียนนั้นสามารถจูงใจผู้เรียนได้ แต่หากมากเกินไปจะทำให้เกิดผลเสียแทน

6. การควบคุมบทเรียน (Learner Control) การออกแบบการควบคุมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ การควบคุมระดับการเรียน เนื้อหา ประเภทของบทเรียน ฯลฯ การควบคุมบทเรียนมีอยู่ 3 ลักษณะด้วยกัน คือ การให้โปรแกรมเป็นผู้ควบคุม (Program Control) การให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม (Learner Control) และการผสมผสานระหว่างโปรแกรมและผู้เรียน (Combination) การให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนนั้นไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดผลที่ดีเสมอไป การให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมบทเรียน มีอำนาจในการเลือกที่จะเรียนโดยอิสระ เช่น เลือกที่จะเรียนเนื้อหาใดก่อนหรือหลัง ออกจากบทเรียนเมื่อใด ทำแบบฝึกหัดมากน้อยเพียงใด ผ่านเกณฑ์เท่าใดนั้นจะทำให้เกิดผลดีภายใต้เงื่อนไข (Milheim Martin, 1991) ดังต่อไปนี้

6.1 เมื่อผู้ใช้เป็นผู้ใหญ่

6.2 เมื่อผู้ใช้เป็นผู้ที่มีผลการเรียนดี

6.3 เมื่อมีเนื้อหาเกี่ยวเนื่องกับทักษะที่สูง (เปรียบเทียบกับเนื้อหาที่เป็นลักษณะการนำเสนอความจริงธรรมดา)

6.4 เมื่อเนื้อหาเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนคุ้นเคย

6.5 เมื่อมีการเสริมคำแนะนำไว้ในบทเรียน เช่น คำแนะนำในการตัดสินใจต่าง ๆ

6.6 เมื่อมีการให้โอกาสการควบคุมบทเรียนอย่างสม่ำเสมอ

6.7 เมื่อมีการให้ผู้ใช้เลือกที่จะเปลี่ยนไปให้โปรแกรมควบคุมเองได้

6.8 เมื่อมีการเสริมการประเมินไว้ท้ายบท เพื่อประเมินว่าผู้ใช้ควบคุมการเรียนได้มีประสิทธิภาพหรือไม่ ในการออกแบบนั้นควรพิจารณาการผสมผสาน (Combination) ระหว่างการให้ผู้เรียนและโปรแกรมเป็นผู้ควบคุมบทเรียน และบทเรียนจะมีประสิทธิภาพอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการออกแบบการควบคุมของทั้ง 2 ฝ่าย

7. การถ่ายโอนความรู้ (Transfer of Learning) การเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนรู้ในขั้นแรกก่อนนำไปประยุกต์ใช้จริง การนำความรู้จากการเรียนในบทเรียน และการขัดเกลาแล้วไปประยุกต์ใช้จริงก็คือ การถ่ายโอนการเรียนรู้นั่นเอง สิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของมนุษย์ในการถ่ายโอนการเรียนรู้ ได้แก่ ความเหมือนจริง (Fidelity) ของบทเรียน ประเภท ปริมาณและความหลากหลายของปฏิสัมพันธ์ และประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการฝึกอบรมใดๆ การถ่ายโอนการเรียนรู้ถือเป็นผลการเรียนรู้ที่พึงปรารถนาที่สุด

8. ความแตกต่างรายบุคคล (Individual Difference) ผู้เรียนมีความเร็วช้าในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันไป ผู้เรียนบางคนจะเรียนได้ดีจากประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การออกแบบให้บทเรียนมีความยืดหยุ่น เพื่อที่จะตอบสนองความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นสิ่งสำคัญ แม้ว่าการตอบสนองความแตกต่างรายบุคคลถือเป็นข้อได้เปรียบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการพัฒนาออกมาเป็นจำนวนมากกลับไม่ได้คำนึงถึงข้อได้เปรียบนี้เท่าที่ควร ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้นั้นมนุษย์มีความแตกต่างกันไปทั้งในด้านบุคลิกภาพ สติปัญญา วิธีการเรียนรู้และลำดับของการเรียนรู้ ดังนั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงความแตกต่างเหล่านี้ และออกแบบให้ตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคลให้มากที่สุดรวมถึงการจัดให้มีการประเมินก่อนเรียน ทั้งนี้จะได้ทราบว่าผู้เรียนคนใดที่จัดเป็นนักเรียนที่เรียนอ่อนและจะได้จัดหาการให้คำแนะนำในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น

สรุปได้ว่า ในการออกแบบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพ ต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วย สอนหลายอย่าง ทั้งทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility) และหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์ เช่น ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความเข้าใจ ความกระตือรือร้น แรงจูงใจ การควบคุมการเรียน การถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็นต้น โดยผู้ที่ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีการผสมผสานหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ผู้ออกแบบวางไว้

3. ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดีในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้ออกแบบบทเรียนควรคำนึงถึงหลักการ และทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ (ดังที่กล่าวในบทที่ 2) และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหรือขั้นตอนการสอน ซึ่งจากทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องดังกล่าวรวมทั้งผลการวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พอจะสรุปเป็นแนวคิดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. แบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยๆ และจัดระเบียบเนื้อหาตามลำดับการเรียนรู้ที่ดี (Well Organized) และนำเสนอตามลำดับจากง่ายไปยาก

2. ให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการเรียน เช่น การชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงเป้าหมายของบทเรียน หรือการบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นต้น

3. ให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจและความสามารถของตนเอง เช่น ให้เลือกเรียนในหัวข้อ หรือเนื้อหาใดก่อนหลังได้ (ในกรณีที่เนื้อหาเหล่านั้นไม่จำเป็นต้องเรียนตามลำดับ) หรือเลือกทำกิจกรรมที่มีระดับความยาก-ง่ายตามความสามารถของตนเอง)

4. นำเสนอในลักษณะที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียน

5. นำเสนอในลักษณะสื่อหลายมิติ ได้แก่ ข้อความ กราฟิก แผนภูมิ แผนภาพ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและเสียง โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาบทเรียน

6. มีกิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างเหมาะสม

7. กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำควรเป็นกิจกรรมที่ท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกอยากค้นคว้าและติดตามบทเรียนไปจนจบ และกิจกรรมที่ทำก็ไม่ควรจะยากหรือง่ายจนเกินไป

8. มีการให้ผลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) หลังจากที่ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของตนเอง

9. มีการให้การเสริมแรงทั้งทางบวกและทางลบที่พอเหมาะ เช่น การให้รางวัลในรูปแบบต่างๆ เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมได้ถูกต้อง หรือการให้กำลังใจ หรือมีคำอธิบายให้เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมไม่ถูกต้อง เป็นต้น

10. ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกมากๆ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและทักษะมากขึ้น โดยให้มีแบบฝึกหัดหรือมีการฝึกในระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยของเนื้อหาบทเรียน

11. ควรมีการสรุปบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยอาจใช้หลักของแผนภูมิ มโนทัศน์ (Concept Mapping)

12. ให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยให้มีการทดสอบหลังเรียนจบบทเรียน หรือหลังเรียนจบแต่ละหน่วยย่อยของบทเรียน และทราบผลการประเมินทันที

4. การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(สุนันท์ สังข์อ่อง, 2526, หน้า 123 อ้างอิงใน กนก จันทร์ทอง, 2544, หน้า 72) ได้กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรดำเนินการ 3 ขั้นตอน เหมือนกับบทเรียนแบบโปรแกรม

ขั้นแรก ทดลองใช้แบบเดี่ยว (One to One Testing) โดยการเลือกนักเรียนค่อนข้างอ่อนมาเรียนบทเรียนและมีครูนั่งอยู่ด้วยหากตอนใดที่นักเรียนไม่เข้าใจความหมาย หรือทำแบบทดสอบไม่ได้ ครูจะซักถามเพื่อหาเหตุผลเพื่อนำไปปรับปรุงในบทเรียนต่อไป

ขั้นที่สอง นำบทเรียนที่ปรับปรุงแล้วจากขั้นตอนแรกไปทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Testing) โดยเลือกนักเรียน 5-10 คน มาศึกษาบทเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้วนำข้อบกพร่องที่พบไปปรับปรุงบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนสุดท้าย นำไปทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field Testing) โดยทดลองใช้กับนักเรียน 40 คน แล้วนำผลที่ได้ไปหาเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การหาเกณฑ์ประสิทธิภาพที่นิยมใช้คือ เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เพื่อวิเคราะห์ว่าบทเรียนที่สร้างขึ้น สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด ค่า 80/80 มีความหมายดังนี้

80 ตัวหน้า หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียนหลังจากเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนทุกคน

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนทุกคน

จากการศึกษาการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีการหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน คือ การหาประสิทธิภาพกับผู้เรียน 1 คน การหาประสิทธิภาพกับผู้เรียนกลุ่มย่อย ประมาณ 5-10 คน และการหาประสิทธิภาพกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ ประมาณ 30 คน โดยการหาประสิทธิภาพกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่นี้จะนำผลที่ได้มาหาเกณฑ์ประสิทธิภาพซึ่งเกณฑ์ที่ใช้กันคือ เกณฑ์ 80/80 หรือเกณฑ์ 90 / 90

การวัดและประเมินผลบทเรียนทางด้านการศึกษา

1. การวัดและประเมินผล

ในการวัดและประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ได้มีผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นและข้อควรพิจารณาในการประเมินเพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพไว้หลายท่านด้วยกัน ได้แก่

ยุทธพงษ์ ไกวรรณ (2540, หน้า 215-216) ได้ให้ความหมายของการวัดผลทางการศึกษาว่า หมายถึง กระบวนการหาปริมาณความสามารถเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้เครื่องมือวัดทางการศึกษาอย่างใดอย่างหนึ่งมาวัด เช่น ข้อสอบ ตรวจงาน สัมภาษณ์ ผลออกมาเป็นตัวเลขหรือคะแนนที่ได้จากการวัดผลทางการศึกษาว่า เก่ง อ่อนอย่างไร โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาอย่างใดอย่างหนึ่ง

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ (2540, หน้า 15-16)ได้ให้ความหมายว่า การวัด คือ กระบวนการบอกปริมาณหรือคุณภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ใดๆ ที่ตกลงกันไว้แล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของสิ่งที่วัดและวัตถุประสงค์ของการวัด การประเมินผล คือ กระบวนการประเมินค่าขั้นสุดท้าย วัตถุประสงค์ของการศึกษาใดบรรลุวัตถุประสงค์เพียงไร ทั้งนี้โดยพิจารณาผลที่ได้จากผลของการวัดและส่วนประกอบอื่นเพื่อการประเมินค่าที่เหมาะสม สรุปได้ว่าการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการวัดผล โดยใช้แบบทดสอบเพื่อประเมินผลผู้เรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

2. เครื่องมือวัดผลการเรียน

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ (2540, หน้า 22) กล่าวว่าลักษณะของเครื่องมือวัดผลการเรียนที่แบ่งเป็นประเภทของพฤติกรรมที่วัด สามารถแบ่งออกได้เป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนในสถาบันการศึกษาต่างๆ เครื่องมือวัดความถนัด ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของมนุษย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ที่นิยมมากที่สุดคือ แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนและความถนัดเฉพาะด้าน เครื่องมือวัดเชาว์ปัญญา ได้แก่ เครื่องมือวัดระดับเชาว์ปัญญา ที่รู้จักกันดี คือ I.Q Test เครื่องมือวัดบุคลิกภาพ ได้แก่ เครื่องมือวัดความสนใจ เครื่องมือวัดเจตคติ เครื่องมือวัดการปรับตัวทางสังคม เป็นต้น เครื่องมือวัดผลที่มีประสิทธิภาพสูงควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ ต้องมีความเชื่อมั่น (Reliability) เครื่องมือที่ดีไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ต้องได้ผลของการวัดเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ต้องมีความเที่ยงตรง (Validity) เครื่องมือวัดที่ดีต้องสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ตรงตามสภาพความเป็นจริง ต้องมีความเป็นปรนัย (Objectivity) การตรวจให้คะแนนต้องขึ้นอยู่กับสิ่งที่จะวัด คือการตรวจวัดกี่ครั้งก็ได้คะแนนเท่ากันต้องมีความสมดุล (Balance) มีความเหมาะสมพอดีกับเนื้อหา สอนเท่าใดสอบเท่านั้นไม่เกินเนื้อหาต้องมีความยุติธรรม (Fairness) เครื่องมือวัดต้องให้ความยุติธรรมกับผู้สอบ

ทุกคน สอบอย่างไร สอบอะไร ก็ออกมาอย่างนั้นเหมือนกันทุกคน ต้องสะดวกต่อการปฏิบัติ (Practicality) ต้องคำนึงถึงสถานการณ์ที่จะใช้เครื่องมือนั้น คำนึงถึงเวลาและประโยชน์ที่ได้ ความคุ้มค่าเครื่องมือวัดผลการเรียนนั้นจะต้องมีลักษณะแบ่งตามประเภทของพฤติกรรมที่วัดและต้องเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งในการศึกษาค้นคว้านี้ทาง คณะผู้จัดทำได้ออกแบบเครื่องมือให้มีคุณสมบัติดังที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและสามารถวัดผลได้ถูกต้องแม่นยำ

การสร้างแบบทดสอบ

1. ความหมายของแบบทดสอบ

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ (2540, หน้า 22) กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นประเภทหนึ่งของการทดสอบภาระงาน ตัวอย่างที่ถูกจัดไว้เป็นหมวดหมู่และจัดเรียงอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้วัดพฤติกรรมของคนในช่วงเวลาที่กำหนด การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การทดสอบปากเปล่าและการทดสอบโดยการเขียนตอบสุมาลี จันทร์ชลอ (2542, หน้า 7) ให้ความเห็นว่า แบบทดสอบเป็นชุดของคำถามที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบแบบแผน เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภัทรา นิคมานนท์ (2540) กล่าวว่าแบบทดสอบ หมายถึง ชุดของคำถามที่สร้างขึ้น เพื่อเร้าให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมออกมา โดยที่ผู้สอนสามารถสังเกตและวัดได้ว่าหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้วผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่เพียงใดสรุปได้ว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อให้ทราบความก้าวหน้าทางการเรียน แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะต้องเป็นชุดคำถามที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมความรู้ ความจำตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

พิเชษฐ พึ่งสุนทรศิริมาศ (2540, หน้า 30) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบเลือกตอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วางแผนเพื่อการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับบทเรียนหนึ่งๆ ว่าวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้สอนได้สร้างขึ้น ประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะให้ผู้เรียนแสดงออกหลายรูปแบบ เช่น ด้านสติปัญญา ด้านทักษะปฏิบัติ หรือด้านจิตใจ ซึ่งแต่ละด้านยังแบ่งออกเป็นระบบต่างๆ กัน ผู้สอนต้องทำการวิเคราะห์พฤติกรรมนั้น เพื่อสรุปพฤติกรรมที่ต้องการทั้งหมด แล้วทำการเลือกพฤติกรรมที่จำเป็นและเหมาะสมนำไปออกข้อสอบต่อไปโดยให้สามารถวัดผลการเรียนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของหน่วยการเรียนที่กำหนดไว้

1.2 กำหนดรูปแบบของข้อสอบพฤติกรรมที่วิเคราะห์ได้ โดยเป็นการกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ว่าเน้นทางด้านใด คือ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย โดยรูปแบบในการวัดของแบบทดสอบจะแตกต่างกันออกไป เช่น ด้านพุทธิพิสัย ออกแบบทดสอบโดยใช้ข้อเขียน ส่วนทักษะพิสัย อาจจะใช้วิธีการป ฏิบัติหรือใช้ข้อเขียน นอกจากนี้ยังแบ่งระดับความยากออกไปอีก ดังนั้นรูปแบบของข้อสอบต้องกำหนดให้เหมาะกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบที่แสดงพฤติกรรมตามสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป

1.3 การเตรียมงานและลงมือเขียนข้อสอบ เป็นการเตรียมและเขีย นข้อสอบเป็นฉบับร่าง เมื่อได้รูปแบบของข้อสอบก็มาถึงขั้นเตรียมข้อสอบ โดยเขียนเป็นฉบับร่างก่อนซึ่งจะต้องเขียนให้มากข้อไว้กว่าความต้องการจริง จากนั้นคัดเลือกข้อที่คาดว่าถูกต้องเหมาะสมแล้วไปทำการทดลองใช้ เพื่อนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาข้อสอบมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นความพยายามที่จะตอบปัญหาว่าข้อสอบนั้นมีความยากง่ายเพียงใด และมีความเชื่อมั่นเที่ยงตรงต่อการวัดหรือไม่ เพื่อเป็นการพิสูจน์ข้อสอบที่ได้เป็นแบบทดสอบมาตรฐานหรือไม่ ซึ่งมีการดำเนินการดังนี้

2.1 ค่าความยากของข้อสอบ กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ (2540, หน้า 116 -119) กล่าวว่า เป็นการหาสัดส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นถูกต้องกับจำนวนนักเรียนที่ตอบทั้งหมด ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้ทดสอบหวังว่านักเรียนเก่งจะทำข้อสอบได้แต่นักเรียนอ่อนจะทำข้อสอบได้คะแนนน้อย แต่ผลของคะแนนอาจไม่เป็นตามคาดเพราะข้อสอบที่ถามอาจมีความยากและง่ายเกินไป ดังนั้นจึงต้องมีการหาค่าดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ ค่าระดับความยากง่ายจะมีช่วงห่างที่จะบอกได้ถึงระดับความยากง่ายของข้อสอบนั้น โดยทั่วไปมี 5 ระดับ ดังนี้

0.85 – 1.00 แปลว่า ง่ายมาก

0.61 – 0.84 แปลว่า ค่อนข้างง่าย

0.41 – 0.60 แปลว่า ยากง่ายปานกลาง

0.15 – 0.40 แปลว่า ค่อนข้างยาก

0.00 – 0.14 แปลว่า ยากมาก

ข้อสอบที่ถือว่าใช้ได้อยู่ที่ระหว่างค่อนข้างง่ายจนถึงค่อนข้างยาก 0.20 - 0.80

2.2 ค่าอำนาจจำแนก กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ (2540, หน้า 120-122) กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง การวิเคราะห์คุณลักษณะของข้อสอบให้แยกคนเก่งมาก เก่งปานกลาง อ่อนและอ่อนมาก หรืออื่นๆ นั้น คือ คนเก่งย่อมจะได้คะแนนสูงกว่า แตกต่างกันไปตาม

ความสามารถ ข้อสอบที่กำหนดที่แยกแยะให้เห็นความแตกต่างได้เพียงใด นั่นคือ ข้อสอบมีอำนาจจำแนกได้เพียงนั้น เราจะใช้ผลจากการวิเคราะห์ระดับความยากและอำนาจจำแนกเพื่อเลือกข้อสอบดีๆไว้ใช้ตามวัตถุประสงค์ต่อไป การคำนวณค่าอำนาจจำแนกได้จากค่าความแตกต่างระหว่างสัดส่วนของนักเรียนที่ทำถูกได้คะแนนในกลุ่มสูง สัดส่วนของนักเรียนที่ทำถูกในกลุ่มต่ำ ค่าอำนาจจำแนกแบ่งได้ 4 ระดับ คือ ต่ำกว่า 0.20 แปลว่ามีค่าอำนาจจำแนกน้อยต้องปรับปรุง

0.20 - 0.40 แปลว่า มีค่าอำนาจจำแนกบ้าง

0.40 - 0.60 แปลว่า มีค่าอำนาจจำแนกดีพอสมควร

0.60 ขึ้นไป แปลว่า มีอำนาจจำแนกสูงดีมากใช้เป็นข้อสอบได้

ค่าที่นับว่าเหมาะสมอยู่ในช่วง 0.20 -1.00 นับว่าเป็นข้อสอบดี

2.3 ความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยง ภัทรา นิคมานนท์ (2540,หน้า 61-63) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีต้องเชื่อมั่นได้ว่าผลจากการวัดคงที่แน่นอนไม่เปลี่ยนไปมา การวัดครั้งแรกเป็นอย่างไรเมื่อวัดซ้ำอีก โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิมกับผู้สอบกลุ่มเดิมจะวัดกี่ครั้งก็ตามผลจากการวัดย่อมเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน สอดคล้องกัน แบบทดสอบที่เชื่อมั่นได้จะสามารถ ให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ปกติในการสอบแต่ละครั้งคะแนนที่ได้มักไม่คงที่ แต่ถ้าอันดับที่เหมือนเดิมก็ยังถือว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบของคนกลุ่มเดิมหลายๆ ครั้ง การหาค่าความเชื่อมั่นจึงยึดหลักการสอบหลายๆ ครั้งแล้วหาความสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการสอบหลายๆ ครั้งนั้น ถ้าคะแนนของเด็กแต่ละคนคงที่หรือขึ้นลงตามกันแสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง ค่าความเชื่อมั่นคำนวณได้จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้ง 2 ชุด จากการสอบนักเรียนกลุ่มเดิม 2 ครั้ง โดยใช้แบบทดสอบเดียวกัน ความเชื่อมั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0 -1.00 วิธีหาค่าความเชื่อมั่นทำได้หลายวิธี เช่น การสอบซ้ำ ใช้แบบทดสอบคู่ขนาน วิธีแบ่งครึ่งข้อมูลหรือ KR 20 เป็นต้น

2.4 ค่าความตรง สุมาลี จันทร์ชลอ (2542, หน้า 119-120) กล่าวว่า ความตรงของการวัดเป็นความสอดคล้องระหว่างคะแนน หรือผลจากการวัดกับเป้าหมายจุดประสงค์ หรือสิ่งที่ต้องการสอบวัด ความตรงของแบบทดสอบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามเกณฑ์ และความตรงตามโครงสร้าง

สรุปได้ว่า การใช้เครื่องมือรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้ได้ข้อมูลดังที่ต้องการจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งผ่านกระบวนการอย่างมีระบบ เครื่องมือรวบรวมข้อมูลที่ประกอบด้วยข้อย่อยหลายๆ ข้อรวมกัน ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าเกณฑ์ในด้านระดับความยาก มีอำนาจจำแนก มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และเมื่อนำทุกข้อมารวมกันเป็นฉบับเดียวกัน

เครื่องมือทั้งฉบับนั้นต้องมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น เพื่อให้ได้ข้อสอบที่เป็นมาตรฐานและสามารถวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความพึงพอใจและการวัดความพึงพอใจ

3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

สมศักดิ์ คงเที่ยง และอัญชลี โพธิ์ทอง (2542, หน้า 278-279) กล่าวว่า

1. ความพึงพอใจเป็นผลรวมของความรู้สึกของบุคคลระดับความชอบหรือไม่ชอบต่อสภาพต่าง ๆ

2. ความพึงพอใจเป็นผลของทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่างๆ

3. ความพึงพอใจในการทำงานเป็นผลมาจากการปฏิบัติงานที่ดี และสำเร็จจนเกิดเป็นความภูมิใจ และได้ผลตอบแทนในรูปแบบต่างๆ ตามที่หวังไว้

กิลเมอร์ (Gilmer, 1966) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจในการทำงานเป็นทัศนคติของบุคคลที่มีต่องานและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการดำรงชีวิตโดยทั่วไปที่ได้รับมา

สรุปความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง การกระทำใดๆ ที่บุคคลเกิดความสบายใจหรือสนองความต้องการให้เกิดความสุข ก่อให้เกิดเป็นผลดีต่อการปฏิบัติงาน

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

(จรูญ ทองถาวร 2536, หน้า 22-24 อ้างอิงใน นริษา นราศรี, 2544, หน้า 28) ได้กล่าวถึง ความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ โดยได้สรุปเนื้อคิดของมาสโลว์ (Maslow) สรุปได้ว่า ความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1. ความต้องการทางร่างกาย เป็นความต้องการขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ความต้องการอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค

2. ความต้องการความมั่นคงและปลอดภัย ได้แก่ ความต้องการความเป็นอยู่อย่างมั่นคง มีความปลอดภัยในร่างกายและทรัพย์สิน มีความมั่นคงในการทำงานและมีชีวิตอยู่อย่างมั่นคงในสังคม

3. ความต้องการทางสังคม ได้แก่ ความต้องการความรัก ความต้องการเป็นส่วนหนึ่ง ของสังคม

4. ความต้องการเกียรติยศชื่อเสียง ได้แก่ ความภูมิใจ การได้รับความยกย่องจากบุคคลอื่น

5. ความต้องการความสำเร็จแห่งตน เป็นความต้องการระดับสูงสุด เป็นความต้องการที่อยากจะให้เกิดความสำเร็จทุกอย่างตามความคิดของตน

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่าการที่บุคคลจะเกิดความพึงพอใจได้นั้นจะต้องมีสิ่งที่นำมาซึ่งการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ เพื่อนำไปสู่วามพึงพอใจของแต่ละบุคคล

3.3 การวัดความพึงพอใจ

หทัยรัตน์ ประทุมสูตร (2542, หน้า 14) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจเป็นเรื่องที่เปรียบได้กับความเข้าใจทั่วๆไป ซึ่งปกติจะวัดได้โดยการสอบถามจากบุคคลที่ต้องการจะถามมีเครื่องมือที่ต้องการจะใช้ในการวิจัยหลายๆ อย่าง อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าจะมีการวัดอยู่หลายแนวทาง แต่การศึกษาความพึงพอใจอาจแยกกล่าวแนวทางการวัดได้สองแนวคิดตามความเห็นของชาลีช นิคค์ คริสเทนส์ กล่าวคือ วัดจากสภาพทั้งหมดของแต่ละบุคคล เช่น ที่ทำงาน ที่บ้าน และทุกๆ อย่างที่เกี่ยวกับชีวิต การศึกษาตามแนวทางนี้จะได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ แต่ทำให้เกิดความยุ่งยากกับการที่จะวัดและเปรียบเทียบวัดได้โดยการแยกออกเป็นองค์ประกอบ เช่น องค์ประกอบที่เกี่ยวกับงาน การนิเทศงานเกี่ยวกับนายจ้าง

สรุปการวัดความพึงพอใจในงานวิจัยที่เครื่องมือวัดหลายๆ แบบ สำหรับการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้วัดความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับความสะดวกในการเข้าและออกจากโปรแกรม รูปแบบในการนำเสนอ การเรียนรู้เนื้อหาซ้ำ ความเหมาะสมของภาพประกอบ เนื้อหา เสียง ตัวอักษร ความสนุกสนาน ประโยชน์ และความต้องการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยวัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่คณะผู้ศึกษาค้นคว้าได้ปรับปรุงขึ้นตามแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวการออกแบบของกาเย่ (Gagne) ซึ่ง ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร ได้ตีพิมพ์ใน www.thaicai.com วันที่ 10 ตุลาคม 2545 ชนิด 5 ระดับ โดยมีลักษณะการวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นชุดอย่างมีระบบสอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยการเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

1. ความหมายของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ หมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องเกี่ยวกับกระบวนการทางจิตวิทยา ความบกพร่องนี้เกี่ยวข้องกับการใช้ภาษาของเด็กทั้งภาษาพูดภาษาเขียน เด็กมีปัญหาในด้านการฟัง การคิด การพูดคุยกับผู้อื่น การอ่าน การสะกดคำ หรือการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงเด็กที่มีความบกพร่องทางการรับรู้ การได้รับบาดเจ็บทางสมอง ผดุง อารยะวิญญู (2542, หน้า 115)

เบญจพร ปัญญายงค์ (2542, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของนักเรียนที่มีความบกพร่องด้านการเรียนรู้ไว้ว่า (Learning Disabilities, LD) หมายถึง เด็กที่บกพร่องในกระบวนการเรียนรู้ที่แสดงออกมาในรูปของการอ่าน การเขียน การสะกดคำ การคำนวณและเหตุผล เชิงคณิตศาสตร์ เกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของสมอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โดยพิจารณาจากการทำงานที่ผิดปกติของสมอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โดยพิจารณาจากผลการเรียนเปรียบเทียบกับระดับเชาว์ปัญญา

สมิธ และคนอื่นๆ (Smit and other,1995, p 101) ได้ให้ความหมายของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ไว้ว่า เกิดจากความบกพร่องทางพันธุกรรม ทำให้เด็กมีปัญหายุ่งยากในการดำ เนินชีวิตประจำวัน การแสดงออกทางพฤติกรรม การรับรู้ทางสังคม และการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ซึ่งแสดงออกในลักษณะของการฟัง การอ่าน การเขี ยน การคิด และการเรียนคณิตศาสตร์ ปัญหาดังกล่าวเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคนและไม่ได้รวมถึงเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา สถาบันสุขภาพจิตแห่งชาติ (National Institute of Mential Health. 2001, Online) ให้ความหมายของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ว่าหมายถึง ความผิดปกติที่มีผลกระทบต่อความสามารถของบุคคลในการที่จะแปลความหมายจากสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่ได้ยินหรือการเชื่อมโยงข้อมูลส่วนต่างๆ ของสมอง ข้อจำกัดนี้สามารถแสดงออกมาให้เห็นได้หลายทาง เช่น ปัญหา หรือ ความยุ่งยากเฉพาะเจาะจงในการพูด การเขียน การเชื่อมโยง การควบคุมตนเอง หรือความสนใจ ซึ่งความยุ่งยากดังกล่าวส่งผลไปถึงการเรียนและทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ที่จะอ่าน เขียน หรือคำนวณ

เอป (APT, 2003,p 1) กล่าวว่า ความบกพร่องทางการเรียน (Learning Disability) หรือที่เรียกย่อๆ ว่า L.D. นั้น Samual Kirk เป็นผู้นำคำศัพท์นี้มาใช้เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1963 หมายถึงความผิดปกติของการทำงานของสมองในระบบประสาทส่วนกลางที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการรับข้อมูล และการใช้ทักษะด้านการฟัง พูด อ่าน เขียน การเข้าใจความหมายของภาษา การใช้เหตุผลและการคำนวณ การเกิดปัญหาทางการเรียนรู้ไม่ได้เป็นผลมาจากความพิการจากการมองเห็น การได้ยิน การเคลื่อนไหว ปัญญาอ่อน และความเสียเปรียบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ปัญหาทางการเรียนรู้เป็นอาการที่เกิดขึ้นตลอดชีวิต ไม่สามารถรักษาให้หายได้และมีความรุนแรงแตกต่างกันออกไปในแต่ละบุคคล จากความหมายของเด็กที่มีปัญหาทา งการเรียนรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ หมายถึงเด็กที่มีความบกพร่องของพื้นฐานทางจิตวิทยา ทำให้เด็กมีปัญหาด้านการใช้ภาษา การฟัง การอ่าน การพูด การเขียน การสะกดคำและ

การคำนวณ รวมถึง การเคลื่อนไหว การรับรู้ อารมณ์ พฤติกรรม แต่ไม่ใช่ความบกพร่องทางสติปัญญา

2. สาเหตุของเด็กที่มีบกพร่องทางการเรียนรู้ปัจจุบัน เชื่อว่าเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้อาจมีสาเหตุมาจากสมองทำงานผิดปกติ โดยมีรายงานการวิจัยสนับสนุน ดังนี้

1) พยาธิสภาพของสมอง การศึกษาเด็กที่มีบาดแผลทางสมอง เช่น คลอดก่อนกำหนด ตัวเหลืองหลังคลอด ฯลฯ แต่มีสติปัญญาปกติ พบว่ามีปัญหาการอ่านร่วมด้วย

2) ความผิดปกติของสมองซีกซ้าย โดยปกติสมองซีกซ้ายจะควบคุมการแสดงออกทางด้านภาษา และสมองซีกซ้ายจะมีขนาดเท่ากันและมีความผิดปกติอื่น ๆ ที่สมองซีกซ้ายด้วย

3) ความผิดปกติของคลื่นสมอง เด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ จะมีคลื่นอัลฟาที่สมองซีกซ้ายมากกว่าเด็กปกติ

4) กรรมพันธุ์ เด็กที่มีปัญหาการอ่านบางรายมีความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 15 และสมาชิกของครอบครัวเคยมีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (LD) โดยที่พ่อแม่มักเล่าว่าเมื่อตอนเด็กๆ ตนเคยมีลักษณะคล้ายๆ กัน

5) พัฒนาการล่าช้า เดิมเชื่อว่าเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้มีผลมาจากพัฒนาการล่าช้า แต่ปัจจุบันไม่เชื่อเช่นนั้นเพราะเมื่อโตขึ้นเด็กไม่ได้หายจากโรคนี้ เบญจพร ปัญญายง (2542, หน้า 13)

ผดุง อารยะวิญญู (2544, หน้า 8-9) ได้กล่าวว่า ความบกพร่องทางการเรียนรู้ก่อให้เกิดปัญหาในการเรียน เนื่องจากเด็กไม่สามารถเรียนได้ดีเท่ากับเด็กปกติทั่วไป การค้นหาความบกพร่องของเด็กส่วนมากเป็นหน้าที่ของบุคลากรทางสาธารณสุข บุคลากรทางการศึกษาอาจจำแนกการรับรู้ไว้ เพื่อจะได้หาทางจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับปัญหาของเด็กต่อไป สาเหตุของความบกพร่องนี้อาจจำแนกได้ ดังนี้

1. การได้รับบาดเจ็บทางสมอง บุคลากรทางการแพทย์ที่ศึกษาเกี่ยวกับเด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้หลายประเทศมีความเชื่อว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้เด็กเหล่านี้ไม่สามารถเรียนรู้ได้ดีนั้นเนื่องมาจากการได้รับบาดเจ็บทางสมอง (Brain Damage) อาจจะเป็นการได้รับบาดเจ็บก่อนคลอด ระหว่างคลอด หรือหลังคลอดก็ได้ การบาดเจ็บนี้ทำให้ระบบประสาทส่วนกลางไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ อย่างไรก็ตามการได้รับบาดเจ็บอาจไม่รุนแรงมากนัก (Minimal Brain Dysfunction) สมองและระบบประสาทส่วนกลางยังทำงานได้ดีเป็นส่วนมาก มีบางส่วนเท่านั้นที่บกพร่องไปบ้าง ทำให้เด็กมีปัญหาในการรับรู้ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ของเด็ก แต่ปัญหาเหล่านี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับทั้งหมด เพราะเด็กบางรายอาจเป็นกรณียกเว้นได้

2. กรรมพันธุ์ งานวิจัยเป็นจำนวนมากระบุตรงกันว่า ความบกพร่องทางการเรียนรู้บางอย่างสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ดังจะเห็นได้จากการศึกษาเป็นรายกรณี พบว่า เด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้บางคนอาจมีพี่น้องที่เกิดจากท้องเดียวกัน มีปัญหาทางการเรียนเรียนรู้เช่น กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาทางการอ่าน การเขียนและการเข้าใจ มีรายงานการวิจัยที่น่าเชื่อถือได้ว่า เด็กฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกัน (Identical Twin) เมื่อพบว่าฝาแฝดที่มาจากไข่คนละใบ (Fraternal Twins) จึงอาจสรุปได้ว่าปัญหาในการเรียนรู้อาจสืบทอดทางงพันธุกรรมได้

3. สิ่งแวดล้อมสาเหตุทางสภาพแวดล้อม ในที่นี้ หมายถึง สาเหตุอื่นๆ ที่ไม่ใช่การได้รับบาดเจ็บทางสมองและกรรมพันธุ์ เป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดกับเด็กภายหลังการคลอด เมื่อเด็กเติบโตขึ้นมาในสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง เช่น การที่เด็กมีพัฒนาการทางด้านร่างกายล่าช้า ด้วยสาเหตุบางประการที่ร่างกายได้รับสารบางประการ อันเนื่องจากสภาพมลพิษในสิ่งแวดล้อม การขาดสารอาหารในวัยทารกและในวัยเด็ก การสอนที่ไม่มีประสิทธิภาพของครูตลอดจนขาดโอกาสทางการศึกษา เป็นต้น แม้ว่าองค์ประกอบทางสภาพแวดล้อมเหล่านี้ไม่ใช่สาเหตุที่ก่อให้เกิดความบกพร่องทางการเรียนรู้โดยตรง แต่องค์ประกอบเหล่านี้อาจทำให้สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ของเด็กมีความบกพร่องมากขึ้น สาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนรู้ อาจเกิดจากสมองได้รับบาดเจ็บก่อนคลอด ระหว่างคลอดและหลังคลอด รวมถึงด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลให้เด็กเกิดความพกพร่องทางการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น

3. ลักษณะของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ความบกพร่องด้านการอ่าน เด็กที่มีความบกพร่องด้านการอ่านจะไม่สามารถอ่านหนังสือได้เท่ากับระดับของเด็กในชั้นเรียนเดียวกัน แม้ว่าจะพยายามช่วยเหลือในเรื่องความจำเป็นพิเศษแล้ว ซึ่งอาจเป็นผลจากความบกพร่องของการมองเห็นหรือการได้ยินพฤติกรรมการอ่านที่ไม่เหมาะ จึงปรากฏอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังนี้

การเคลื่อนไหวร่างกายที่แสดงอาการเครียด เช่น อารมณ์เสีย หน้างอ อ่านหลงบรรทัด อ่านซ้ำ คำอ่านตกหล่น อ่านเพิ่มคำ หาคำมาแทนที่หรืออ่านกลับคำ อ่านเรียงลำดับผิดสับสนตำแหน่ง ประธาน กริยา กรรม อ่านสับสนระหว่างอักษรหรือคำที่คล้ายคลึงกัน อ่านช้าและตะกุกตะกัก อ่านด้วยความลังเลไม่แน่ใจ อ่านเอาเรื่องไม่ได้ บอกลำดับเรื่องราวไม่ได้ จำประเด็นสำคัญของเรื่องราวไม่ได้ (อ่านได้แต่อธิบายไม่ได้) แยกสาระเสียงสั้น ยาว ไม่ได้

เบญจพร ปัญญายง (2542, หน้า 56) ได้สรุปถึงความบกพร่องทางการอ่านของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ว่า นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่มีความบกพร่องทางด้านการอ่านนั้นจะมีพฤติกรรมที่แสดงปัญหาเกี่ ยวกับการอ่านออกมาให้เห็น โดยที่นักเรียนจะมีความยากลำบากในการอ่าน อ่านข้ามคำ อ่านผิด อ่านตะกุกตะกัก ต้องสะกดทีละตัวถึงจะอ่านได้ อ่านช้าหรือในบางทีนักเรียนอ่านไปแล้วแต่ไม่สาม ารถจำและอธิบายเนื้อเรื่องที่อ่านได้ จับประเด็นความสำคัญของเรื่องที่อ่านไม่ได้ พฤติ กรรมที่แสดงออกเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้เกิดความบกพร่องทางการอ่านขึ้น

2. ความบกพร่องด้านการเขียน เด็กที่มีความบกพร่องด้านการเขียนอาจมีสาเหตุมาจากความบกพร่องใน 3 ลักษณะ คือ

2.1 การประสานสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อมือและสายตาไม่ดี จึงทำให้เด็กลอกตัวอักษรและตัวเลขไม่ถูก

2.2 ความบกพร่องของการจำสิ่งที่มองเห็น จึงทำให้เด็กจำคำที่เห็นไม่ได้

2.3 ความบกพร่องในการทำความเข้าใจกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ระหว่างถ้อยคำในประโยค จึงทำให้เด็กมีปัญหาในการรวบรวมหรือจัดระบบความคิดเพื่อสื่อสารออกมาโดยการเขียนไม่ได้ เด็กที่มีความบกพร่องในการเขียนจะมีพฤติกรรมปรากฏอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างดังนี้ เขียนตัวอักษรผิดทิศทาง กลับซ้าย ขวา หน้า -หลัง บน-ล่าง เว้นระยะตัวอักษรหรือคำไม่ถูกต้อง เขียนหนังสือไม่เป็นตัว เขียนหนังสือหรือรูปร่างไม่สม่ำเสมอ เขียนหนังสือที่ปรากฏในกระจกเงาเขียนอักษรหลายแบบปะปนกัน จำทักษะพื้นฐานการเขียนไม่ได้ ความบกพร่องด้านการสะกดคำ เด็กที่มีความบกพร่องด้านการสะกดคำมักมีพฤติกรรมปรากฏอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างดังนี้

2.3.1 เรียงตัวอักษรในคำผิด

2.3.2 สลับตัวอักษรและคำ

2.3.3 มีปัญหาในการเชื่อมโยงเสียงที่ถูกต้องกับตัวอักษร

2.3.4 สะกดข้ามตัวอักษรหลายตัว

2.3.5 สร้างการสะกดคำแบบใหม่ของตัวเอง

ดังนั้น นักเรียนที่ความบกพร่องทางด้านการเขียนและการสะกดคำ จะเขียนหนังสือผิดๆ ถูกๆ หรือเขียนหนังสือแล้วไม่สามารถอ่านเป็นคำได้ (วนิดา ปิยะศิลป์, 2543, หน้า 62) ความบกพร่องทางด้านการเขียนและการสะกดคำนั้น นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมความผิดปกติออกมามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล โดยความบกพร่องด้านการเขียนและการสะกดคำนี้เรียกว่า

ดิสกราเฟีย (Dysgarphia) (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์, 2544,หน้า 28) นักเรียนกลุ่มนี้มีความสามารถที่ด้อยในด้านการเขียนและการสะกดคำอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับนักเรียนปกติ เช่น ลายมืออ่านยาก เขียนหนังสือช้า สะกดคำผิดๆ ใช้วรรคตอนผิด เขียนหนังสืออ่านไม่รู้เรื่อง มีงานวิจัยจำนวนหลายชิ้นสรุปตรงกันว่านักเรียนที่มีความบกพร่องทางการอ่านมักมีความบกพร่องทางการเขียนด้วย (ศรีเรือน แก้วกังวาน,2544, หน้า 361) แต่ความบกพร่องทางการเขียนและการสะกดคำนี้จะไม่รวมไปถึงปัญหาของนักเรียนที่เขียนคำศัพท์ที่ยากไม่ได้ โดยมีสาเหตุมาจากการที่นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน ไม่สนใจเรียน นักเรียนขาดเรียนบ่อย หรือขี้เกียจอ่านหรือเขียนหนัง สือ การไม่ส่งการบ้านที่ครูมอบหมายให้

3. ความบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ เด็กที่มีปัญหาด้านคณิตศาสตร์จะมีปัญหาด้านการกะระยะ การคิดเป็นเชิงปริมาณหรือภาษาสัญลักษณ์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านนี้ต่ำ ซึ่งเด็กที่มีปัญหาด้านคณิตศาสตร์มักจะมีพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างดังนี้

3.1 ลืมตำแหน่งบนหน้ากระดาน
3.2 ทำงานไม่เสร็จใน 1 หน้า ที่กำหนดให้
3.3 มีปัญหาในการอ่านเลขหลายหลัก
3.4 มีปัญหาในการจำแนกตัวเลขบางตัว เช่น 6 , 9 , 2 , 5,17 , 71
3.5 เขียนตัวเลขจากหลังมาหน้า
3.6 เขียนตัวเลขจากซ้ายมาขวา
3.7 มีปัญหาในการลากเส้นตัวเลข
3.8 มีปัญหาในการลอกรูปทรงต่าง ๆ
3.9 ไม่สามารถจำเงื่อนไข
3.10 มีปัญหาในการเรียนรู้ข้อเท็จจริงบางเรื่อง
3.11 ทำผิดเพราะสะเพร่าบ่อย ๆ
3.12 ยอมแพ้ง่าย ๆ
3.13 มีปัญหาในการเชื่อมโยงจำนวนกับสัญลักษณ์
3.14 สับสนข้อมูลในแนวตั้งและการเว้นระยะ
3.15 ทำโจทย์ปัญหาไม่ได้
3.16 ไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ มานิกา วิเศษสาธร (2546, หน้า 11-13) ได้ประมวลความรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้าน LD หลายๆ ท่านและสรุปได้ว่า LD สามารถแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะใหญ่ๆ ดังนี้

1. ความบกพร่องทางด้านการอ่าน (Dyslexia) เป็นประเภทของ LD ที่พบมากที่สุด โดยปกติความสามารถในการอ่านต้องอาศัยความต่อเนื่องของสิ่งต่างๆ ได้แก่ การมุ่งความสนใจไปยังสิ่งที่จะอ่าน และมีการเคลื่อนไหวสายตาตามหน้ากระดาษและตามสิ่งที่อ่าน การจดจำตั วอักษรที่เป็นตัวแทนของเสียงนั้นๆ ได้ การเข้าใจคำศัพท์และไวยากรณ์ การรวบรวมสิ่งที่อ่านเป็นแนวคิดการเปรียบเทียบแนวคิดใหม่กับสิ่งที่เป็นประสบการณ์เดิมและจัดเก็บเอาไว้ในหน่วยความจำ แต่เด็กที่มีปัญหาทางด้านการอ่านจะมีความบกพร่องในลักษณะต่างๆดังกล่าวนั่นคือ เด็กจะไม่สามารถจำแนกตัวอักษรที่คล้ายกันได้ในขณะอ่าน ซึ่งเกิดจากการทำงานของสมองที่เกี่ยวกับ Visual Processing ผิดปกติ

ความสามารถในการจำแนกเสียงที่คล้ายคลึงกัน (Phnologica Awareness) ก็ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เช่น ไม่สามารถจำแนกคำว่า “บิน” ออกจากคำว่า “กิน” ได้ หรือมีปัญหาในการประสมตัวอักษรเป็นคำ เช่น ไม่เข้าใจว่าทำไม “ทราย” จึงอ่านเป็น “ซาย” หรือบางทีก็อ่านสลับตัวอักษร เช่น “กบ” เป็น “บก” รวมไปถึงปัญหาการวิเคราะห์คำ การเข้าใจความหมายของสิ่งที่อ่านทั้งที่เป็นคำและประโยค ส่งผลให้เด็กไม่สามารถตีความหมายและทำ ความเข้าใจในเรื่องที่อ่านได้ ดังนั้น พฤติกรรมที่มักพบในเด็กที่มีปัญหาด้านการอ่านก็คือการอ่านหนังสือช้า อ่านออกเสียงไม่ชัดเจน ไม่มีความระมัดระวังในการอ่าน อ่านข้าม อ่านเพิ่มคำ อ่านผิดประโยคหรือผิดตำแหน่ง ผันเสียงวรรณยุกต์ไม่ได้ มีความลำบากในการจับใจความสำคั ญหรือเรียงลำดับเหตุการณ์ของเรื่องที่อ่านไม่ได้

2. ความบกพร่องทางด้านการเขียน (Dysgraphia) ความสามารถในด้านการเขียนเป็นการแสดงออกให้ทราบถึงกระบวนการคิดที่อยู่ภายใน ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยกลไกการทำงานของสมองที่ซับซ้อน เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลหลายส่วนประกอบกัน โดยแต่ละกลไกก็จะมีส่วนของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกลไกนั้นๆประสานงานอยู่ และเรียกการทำงานของสมองในส่วนนี้ว่าการทำงานแบบ Higher Cortical Function กล่าวคือในขั้นแรก เด็กจะต้องรวบรวมสิ่งที่เขียน เป็นความคิดรวบยอดแล้วนำสิ่งที่คิดไว้ไปเชื่อมโยงกับอักษรหรือคำที่เรียบเรียงไว้ แล้วมาถ่ายทอดลงบนกระดาษโดยอาศัยการเคลื่อนไหวแบบ Kinetic Melody กระบวนการที่ใช้ในการเขียนทั้งหมดจึงเป็นการทำงานที่ซับซ้อนของสมอง ดังนั้นเด็กที่มีปัญหาด้านการเขียนจึงมักเขียนอักษรหรือคำที่สลับที่ เขียนตัวอักษรผิดรูปแบบ สะกดคำไม่ถูกต้อง เว้นวรรคไม่ถูกต้อง เขียนไวยากรณ์ คัดลอกช้า จับดินสอนงุ่มง่ามไม่ถนัดและลายมือไม่ดี

3. ความบกพร่องด้านการคำนวณ (Dyscalculia) ความสามารถทางด้านการคำนวณจะเกี่ยวข้องกับการจดจำตัวเลขสัญลักษณ์ต่างๆ ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดปริมาณระยะทาง เวลา และหน่วยของเงินตรา เด็ก LD ที่มีความบกพร่องทางด้านการคำนวณมักไม่เข้าใจค่าของตัวเลขตั้งแต่หลักหน่วย สิบ ร้อย พัน หมื่น เรื่อย ๆ ไป นับเลขไปข้างหน้าหรือถอยหลังไม่ได้ คำนวณบวก ลบ คูณ หาร ด้วยการนับนิ้ว จำสูตรคูณไม่ได้ เขียนเลขกลับกัน มีความลำบากในการ ตีโจทย์ปัญหา หรืออ่านตัวเลขหลายตัว ไม่เข้าใจเรื่องเวลา ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระยะทาง และความคิดเชิงปริมาณ

4. ความบกพร่องหลายๆ อย่างรวมกัน เด็ก LD ที่มีความบกพร่องหลายๆ อย่างร่วมกันเกิดขึ้นเพราะส่วนของสมองที่บกพร่องนั้นเกี่ยวกับทักษะความสามารถหลายด้าน เช่น ความผิดปกติของสมองส่วน Visual Processing ที่ส่งผลต่อความสามารถทั้งการอ่านและเขียน จึงมักพบว่าเด็กที่มีปัญหาด้านการอ่านจะมีปัญหาทั้งการอ่าน การเขียน และการคำนวณเพราะเป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ สัญลักษณ์ ตัวเลข และตำแหน่งต่างๆ ของวัตถุ

สรุปว่าเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ส่วนใหญ่มักจะมีปัญหาด้านการอ่าน มีความสับสนด้านภาษา การคิดคำนวณ ทำให้เด็กมีปัญหาเรื่อง การอ่าน การเขียน การพูด การสะกดคำ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 2)

สรุปว่าคณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญในการพัฒนาความคิด ทำให้สามารพิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบครอบ

2. ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11 (2542, หน้า 1-2) คณิตศาสตร์โดยธรรมชาติของวิชามีลักษณะเป็นนามธรรม มีข้อกำหนดกฎเกณฑ์แน่นอน โดยกำหนดออกมาในรูปแบบข้อตกลง คำนิยาม อนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎี และสมบัติต่างๆจึงเป็นวิชาที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล คิดเป็น สามารถให้เหตุผล คิดเป็น สามารถใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระเบียบ ชัดเจน รัดกุม ละเอียดถี่ถ้วนแม่นยำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเสริมสร้างทักษะทางการคิดคำนวณให้กับผู้เรียน ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูงขึ้นไป หรือเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาต่างๆ ที่ต้องอาศัยวิชาคณิตศาสตร์

2.1 ความเป็นนามธรรม (Abstract)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยนามธรรม คำที่ใช้ในภาษา สัญลักษณ์ในวิชาคณิตศาสตร์ จากอนิยามเป็นนามธรรม ดังนั้นนิยาม กติกา ทฤษฎีบท ก็เป็นนามธรรม เราใช้สัญลักษณ์นี้แทนนามธรรม เช่น จำนวน (Number) เป็นนามธรรม ตัวเลข (Numeral) เป็นเพียงสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนจำนวน ตัวเลขจะ บวก ลบ คูณ หาร กันไม่ได้เพราะเราไม่นิยมการบวก ลบ คูณ หาร ให้แก่ตัวเลข หากแต่เรานิยามการบวก ลบ คูณ หาร ให้กับจำนวน

2.2 ความมีเหตุผล (Reasonable)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล ทุกขั้นตอนการคิดคำนวณแก้ปัญหาจะต้องมีเหตุผล และเหตุผลมีความสำคัญยิ่งกว่าการใช้สัญลักษณ์ คณิตศาสตร์จะตอบคำถามว่า “ทำไม” มากกว่า “อย่างไร” การคำนวณไม่ใช่เนื้อแท้ของคณิตศาสตร์ คือ การพิสูจน์หรือให้เหตุผลว่าทำไมจึงเป็นอย่างนั้น ในวิชาคณิตศาสตร์เราไม่สามารถใช้สามัญสำนึกเป็นเครื่องตัดสิน หากแต่อนุญาตให้ใช้นิยาม อนิยาม กติกา และทฤษฎีบทมาสนับสนุนเป็นเหตุเป็นผลว่าอะไรสักอย่างหนึ่งเป็นจริงยิ่งระดับที่เป็นนามธรรมลึกซึ้งมากขึ้นเพียงใด เหตุผลก็ยิ่งมีบทบาทสำคัญมากขึ้นเพียงนั้น

2.3 ความถูกต้องเที่ยงตรง (Accuracy) และกระชับรัดกุม (Rigor) เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยนามธรรม ทำให้คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรงอย่างยิ่ง ตัวอย่าง เช่น ถ้าเราแบ่งสิ่งของเป็นสองส่วนเท่าๆ กันในเชิงฟิสิกส์ไม่สามารถทำได้ เพราะเครื่องมือไม่มีความละเอียดพอ แต่ถ้าเป็นการแบ่งในเชิงคณิตศาสตร์จะแบ่งโดยกระบวนการคิด สามารถแบ่งได้เท่ากัน นอกจากความถูกต้องเที่ยงตรงแล้วคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่มีความกระชับรัดกุมในด้านการใช้ภาษา และกระชับรัดกุมในการเลือกอนิยามและกติกามาก นักคณิตศาสตร์ไม่นิยมใช้คำพูดฟุ่มเฟือย หากแต่นิยมใช้คำที่ง่าย สั้น ได้ใจความชัดเจนและถูกต้องเที่ยงตรงมากที่สุด

2.4 ความเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จะมุ่งจะหากรณีทั่วไปของสิ่งต่างๆ คือ แทนที่จะหากรณีเฉพาะเช่น 2+3 = 3+2 จะสรุปว่า a + b = b + a เมื่อ a, b เป็นจำนวนจริงใดๆซึ่งเป็นกรณีทั่วไป ทฤษฎีบทต่างๆ ในคณิตศาสตร์ทุกสาขาเป็นตัวอย่างอันดีของความเป็นกรณีทั่วไป เช่น มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมใดๆ รวมกันได้สองมุมฉาก

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม มีความมีเหตุผล มีความถูกต้องเที่ยงตรง และมีความเป็นกรณีทั่วไป

3. ลักษณะเฉพาะของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วย คำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้ประบวนการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่างๆ ขึ้น และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้อง เที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเองคณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมายและถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่างๆ (กรมวิชาการ,2545 หน้า 2)

คณิตศาสตร์เป็นนามธรรม เป็นภาษาสากลที่ทำให้ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สามารถสื่อความหมายและถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่างๆ ได้

4. โครงสร้างของคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์มีส่วนประกอบสำคัญ 4 ประการคือ

1. อนิยาม (Undefined Terms) หมายถึง คำที่ไม่ได้ให้ความหมาย หรือ คำจำกัดความแต่ให้เข้าใจตรงกัน นักคณิตศาสตร์ได้เริ่มโครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์ด้วยคำกลุ่มหนึ่งซึ่งเป็นที่เข้าใจกัน อาจจะทำความเข้าใจให้ตรงกันโดยวิธียกตัวอย่างหรือเข้าใจด้วยปฏิภาณ เช่น จุด เส้น ค่าคงที่ เท่ากัน มากกว่า เซต ระนาบ ฯลฯ

2. นิยาม (Definition หรือ Defined Terms) คือ การนำเอาอนิยามมาบรรยายหรือกำหนดคุณลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น เราใช้คำว่า เส้น ไปนิยามคำว่าเส้นตรง เ ส้นขนาน เราใช้คำว่าเซตไปใช้นิยามซับเซต

3. กติกา (Postulate) คณิตศาสตร์บางแขนงใช้คำว่าข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) ในคณิตศาสตร์แนวเก่าใช้คำว่า สัจพจน์ (axioms) หมายถึง ประโยคหรือข้อความที่เราไม่ต้องการพิสูจน์แต่ให้ยอมรับว่าเป็นจริงในเรื่องที่พูดกันอยู่ การแข่งขันกีฬาแต่ละชนิดก็มีกติกาเพื่อให้ทุกคนยอมรับโดยไม่โต้แย้ง มักจะแสดงถึงความสัมพันธ์ของนิยามหรืออนิยามที่เป็นพื้นฐานมากจนไม่

สามารถพิสูจน์ได้ เช่น กำหนดจุดสองจุด จะลากเส้นตรงผ่านได้เพียงเส้นเดียว เส้นขนานย่อมไม่ตัดกัน เป็นต้น

4. ทฤษฎีบท (Theorem) เป็นผลสรุปที่ได้จากข้อมูลชุดหนึ่ง หรือจากเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง (Valid) ทุกกรณี คือสมเหตุผลการพิสูจน์ทฤษฎีเป็นการให้เหตุผลทางตรรกวิทยา โดยการเอานิยาม กติกาหรือทฤษฎีบทที่ได้พิสูจน์แล้วไปสนับสนุน เป็นเหตุเป็นผล

เพื่อแสดงว่าทฤษฎีนั้นเป็นจริง ความเป็นในทุกกรณีของทฤษฎีหมายถึง ความสมเหตุสมผลเท่านั้นไม่ได้หมายถึงข้อเท็จจริง (fact หรือ truth) แต่ที่ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์บางแขนงบางเรื่องที่เป็นข้อเท็จจริงทุกกรณี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกติกาของคณิตศาสตร์ แขนงนั้นถ้ากติกาเป็นข้อเท็จจริง แน่นอนทฤษฎีที่พิสูจน์โดยใช้กติกานั้นอ้างอิ งเป็นเหตุเป็นผลก็ย่อมได้ผลเป็นข้อเท็จจริงด้วยทฤษฎีบทจัดเป็นจุดสุดยอดตามโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์จะพยามยามสร้างทฤษฎีบทให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ตัวอย่างทฤษฎีบทเช่น $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1,$ เส้นตรงสองเส้นตัดกันมุมตรงข้ามย่อมเท่ากัน

วิชาคณิตศาสตร์มีโครงสร้างที่สำคัญคือ อนิยาม นิยาม กติกาและทฤษฎีบท

5. คุณค่าของคณิตศาสตร์

การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีคุณค่าต่อผู้เรียนทำโดยตรงและโดยอ้อมไม่ใช่มีคุณค่าทางด้านเนื้อหาคิดคำนวณเพียงอย่างเดียว

5.1 คณิตศาสตร์เพื่อชีวิตจริง (Authentic Values)

5.1.1 คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ชีวิตประจำวันของคนเราต้องใช้คณิตศาสตร์ เช่น การติดต่อซื้อขาย การกะระยะทาง การคำนวณเวลา ประมาณหรือตรวจสอบรายรับ รายจ่าย เป็นต้น

5.1.2 คณิตศาสตร์ในงานอาชีพ คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ศาสตร์สาขาอื่นๆ เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว หลายอาชีพต้องอาศัยความรู้ในคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน เช่น วิศวกรต้องมีความรู้เรื่องของแคลคูลัส งานวิจัยต้องอาศัยคณิตศาสตร์ เป็นต้น

5.2 คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาคุณลักษณะ (Disciplinary Values) การศึกษาคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดนิสัยและเจตคติบางอย่าง เช่น ความมีระเบียบในการทำงาน ความมีเหตุผลในการคิดแก้ปัญหาเช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์สอนให้ไม่ยอมรับข้อยุติโดยไม่มีเหตุผลหรือข้อมูลมาสนับสนุนเพียงพอ สอนให้คนพอใจในสิ่งที่เป็นสัจจะอันเป็นคุณธรรมสูงสุด

อย่างหนึ่งของมนุษย์ ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือฝึกให้คนสร้างจินตนาการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นอย่างดีอีกด้วย

5.3 คณิตศาสตร์กับคุณค่าทางวัฒนธรรม (Cultural Values) เนื่องจากคณิตศาสตร์มีกฎเกณฑ์เหตุผล ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่ดียิ่งสำหรับสอนมนุษย์ให้มีเหตุผล แม้ว่าเวลาจะผ่านไปนานแสนนานก็ตามแต่กฎเกณฑ์ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่คนสมัยก่อนๆ ได้คิดขึ้น ปัจจุบันก็ยังคงเป็นความจริงและต่อยอดกว้างขวางลึกซึ้งถ่ายทอดไปเรื่อยๆ ไม่มีที่สิ้นสุด เปลี่ยนสังคมจากความเชื่องมงายไร้เหตุผล เป็นการคิดหาเหตุผล ยอมรับข้อมูลความจริงคิดแก้ปัญหา สร้างสรรค์พัฒนาสังคมให้เจริญก้าวหน้าและเป็นสุข

สรุปว่าคณิตศาสตร์มีค่าทั้งทางตรงและทางอ้อมมีทั้งคุณค่าในชีวิต การพัฒนาคุณลักษณะและมีคุณค่าทางวัฒนธรรม

6. วิธีสอนคณิตศาสตร์เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

6.1 ความบกพร่องทางคณิตศาสตร์

ผดุง อารยะวิญญู (2546, หน้า 93-95) เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ อาจมีความบกพร่องทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวหรืออาจมีความบกพร่องทางด้านอื่นร่วมด้วย ความบกพร่องทางคณิตศาสตร์อาจจำแนกได้ดังนี้

ความจำระยะสั้น เด็กอาจมีปัญหาเกี่ยวกับความจำระยะสั้น (Short term memory) ซึ่งเด็กแสดงความยุ่งยากลำบากในเรื่องต่อไปนี้ จำคำสั่งไม่ได้ โดยเฉพาะคำสั่งที่มีมากกว่า 1 ขั้น และเรียงกันไว้อย่างเป็นระบบ ทำเลขโจทย์ปัญหาไม่ได้ มีหน่วยความจำจำกัด ทำให้ข้อมูลล้นจากสมอง จำข้อมูลไม่ได้

ความจำระยะยาว เด็กอาจมีปัญหาเกี่ยวกับความจำระยะยาว (Long term memory) จำกิจวัตรประจำวันไม่ได้ว่าจะต้องทำสิ่งใดก่อน -หลัง เชื่อมโยงประเด็นทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ทำตารางไม่ได้ ท่องสูตรคูณไม่ได้ทิศทางเด็กอาจมีความสับสนเกี่ยวกับทิศทาง (Direction) บางคนอาจมีปัญหา ดังนี้ คำนวณสลับขั้นไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน เขียนตัวเลขกลับหลัง สับสนซ้าย-ขวา สับสนหน้า-หลัง สับสนหากต้องประกอบกิจกรรมที่มีการหมุนเวียน นับเลขย้อนกลับ เช่น 3 2 1 แทนที่ 1 2 3 การรับรู้ทางสายตา เด็กอาจมีปัญหาในการรับรู้ทางสายตา ซึ่งอาจแสดงพฤติกรรมดังนี้

สับสนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ กับ × กับ + ,< กับ >, ตัวเลข 6 กับ 9, ตัวเลข 5 กับ 3 เป็นต้น

สับสนเกี่ยวกับรูปทรงทางคณิตศาสตร์เช่น กับ

การจัดลำดับ เด็กอาจมีปัญหาในการจัดลำดับ เช่น บอกวันที่ผิด ไม่เรียงลำดับ บอกวันในสัปดาห์ผิด ไม่เรียงลำดับ บอกเดือนผิดไม่เรียงลำดับ จัดสิ่งของไม่เป็นหมวดหมู่ จัดสิ่งของเรียงลำดับไม่เป็น

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมิติ เด็กอาจมีปัญหาเกี่ยวกับมิติ (Space) ซึ่งเป็นช่องว่างหรือระยะทางระหว่างวัตถุ เช่น ขาดความตระหนักเกี่ยวกับสถานที่ มีปัญหาในการลอกสิ่งที่ครูเขียนบนกระดานลงสู่สมุดของตน บอกหรือคาดคะเนระยะทางไม่ได้ ไม่เข้าใจเกี่ยวกับภาพ 2 มิติ 3 มิติ

ภาษาคณิตศาสตร์ เด็กอาจมีปัญหาในการทำความเข้าใจกับภาษาคณิตศาสตร์ (Mathematics Language) ซึ่งอาจได้แก่ ไม่เข้าใจคำว่า อันละสองเท่า มากกว่า น้อยกว่า ผลรวม ฯลฯ

อ่านโจทย์ปัญหาไม่เข้าใจ เพราะมีความรู้ทางภาษาจำกัด ไม่เข้าใจโจทย์ว่าโจทย์ต้องการอะไร

ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ไม่เข้าใจหน่วยของการวัด เช่น หน่วยวัดความยาว ความกว้าง ความสูง เป็นต้น

โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เด็กอาจทำเลขโจทย์ปัญหาไม่ได้ซึ่งอาจมีความลำบากดังนี้ ตีความหมายโจทย์ไม่ได้ ไม่ทราบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ไม่สามารถรวบรวมแนวคิดอย่างเป็นระบบได้ วาดภาพประกอบแนวคิดไม่ได้

ปัญหาการเคลื่อนไหว เด็กอาจมีปัญหาในการเคลื่อนไหว (Motor) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเคลื่อนไหวมือในการลากเส้นหรือจับสิ่งของต่างๆ หยิบจับเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ลอกรูปทรงไม่ถูกต้อง ลากเส้นไม่ตรง เขียนตัวเลขไม่ตรงบรรทัด วาดภาพไดอะแกรมประกอบแนวคิดไม่ได้ ปัญหาดังกล่าวมาแล้วนี้อาจตรวจสอบเพิ่มเติมได้จากการใช้แบบสำรวจปัญหาในการเรียนรู้เฉพาะด้าน

6.2 วิธีสอน/วิธีช่วยเหลือ นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ผดุง อารยะวิญญู (2546, หน้า 96-98) เราอาจช่วยเหลือ/สอน เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้หลายวิธี

1. การฝึกความจำ

- จัดให้เด็กนั่งใกล้ครู ซึ่งครูอาจคอยตักเตือนความทรงจำของเด็กได้บ่อย ๆ
- ตรวจแบบฝึกหัดบ่อยๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กแก้ไข้ข้อบกพร่องของตนเองได้ในขณะที่เด็กยังจำข้อมูลได้ดี
- ทบทวนบทเรียนบ่อยๆ

- จัดหาเครื่องช่วยความจำให้นักเรียน เช่น ตาราง แผนภูมิ ไดอะแกรม เครื่องคิดเลข หรือสิ่งอื่นๆ ที่ช่วยให้นักเรียนจำได้ ให้อยู่ใกล้ๆ ซึ่งเด็กสามารถหยิบใช้ได้ทันที

- ควรอนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลข หลังจากนักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์แล้ว

- หาสิ่งของช่วยความจำ เช่น ให้นักเรียนจำอักษรตัวแรกของคำยากทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

- ใช้คำคล้องจอง เพื่อให้ง่ายแก่การจดจำ

2. การฝึกการจัดลำดับและทิศทาง เด็กที่มีความลำบากและสับสนเกี่ยวกับทิศทางจะทำให้มีความลำบากมากขึ้นในการเรียนภาษาและคณิตศาสตร์ เช่น การนับ เราจะนับตัวเลขจากซ้ายไปขวา และนับตามลำดับจำนวนเลข ในการอ่านก็เช่นกัน การอ่านโจทย์ปัญหาจะต้องอ่านจากซ้ายไปขวา ในการคำนวณก็ต้องปฏิบัติตามขั้นตอนตามลำดับ เด็กที่มีความสับสนเกี่ยวกับการจัดลำดับและทิศทางจึงควรได้รับการฝึกทักษะให้มีทักษะดังกล่าว การฝึกทักษะดังกล่าวอาจจะทำได้ดังนี้

อนุญาตให้เด็กใช้เครื่องคิดเลข และฝึกทักษะในการใช้เครื่องคิดเลขให้เด็กใช้คล่อง ทำเครื่องหมายที่มุมด้านใดด้านหนึ่งของกระดาษหรือสมุดแบบฝึกหัด เช่น ติดดาวแดงไว้ที่มุมบนของกระดาษด้านขวาเป็นเครื่องหมายบอกเด็กว่า ทุกครั้งที่มองเห็นดาวนี้ แปลว่าด้านขวานะ ส่วนอีกด้านที่อยู่ตรงกันข้ามเป็นด้านซ้าย ฝึกให้เด็กคิดในใจ ให้เด็กวาดภาพประกอบเกี่ยวกับจำนวนและทิศทาง ฝึกให้เด็กจัดหมวดหมู่สิ่งของตามขนาด รูปทรง ความยาว น้ำหนัก เป็นต้น

3. การฝึกการรับรู้ทางสายตา

ในการแก้ไขความลำบากในการรับรู้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของเด็ก ครูอาจปฏิบัติดังนี้ ฝึกให้นักเรียนคุ้นเคยกับสัญลักษณ์ต่างๆ โดยใช้ฟร้อนท์หลายรูปแบบจากคอมพิวเตอร์ ฝึกการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวเลขที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เช่น 3 กับ 5, 6 กับ 9 , 2 กับ 7 และหลีกเลี่ยงไม่ให้มีตัวเลขที่คล้ายกันในข้อเดียวกัน จนกว่าเด็กเกิดทักษะในการจำแนกแล้วจึงให้มีตัวเลขที่คล้ายกันในข้อเดียวได้สอนตามลำดับ ให้เด็กจำตัวเลขเบื้องต้นได้ก่อนที่จะสอนตัวต่อไป เช่น 1,2,3,4,5 ในบทเรียนเดียวให้เด็กรู้จักและจำเลข 1,2,3,4,5,6 ได้ก่อนเลข 7 และเลข 9 เป็นต้น ฝึกให้เด็กจำแนกความแตกต่างระหว่างสัญลักษณ์ที่คล้ายกันจนเด็กมีทักษะ เช่น ระหว่างเครื่องหมาย + กับ × ครูอาจทำลูกเต๋าขนาดใหญ่ด้วยกระดาษแล้วเขียนข้างกล่องด้วยเครื่องหมาย × บอกว่านี่เป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรั ส ในขณะที่อีกกล่องหนึ่งใส่เครื่องหมาย + โดยให้นึกถึงเครื่องหมายบอกทิศทางเหนือ -ใต้

4. การแก้ไขความลำบากทางภาษา ภาษามีความสัมพันธ์กับคณิตศาสตร์ คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์อาจเป็นคำศัพท์เฉาะ มีความหมายเฉพาะ เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ อาจอ่านตกหล่น อ่านเ พิ่มเติม ทำให้ความหมายของประโยคเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เด็กทำเลขโจทย์ปัญหาไม่ได้ ครูอาจมีแนวทางในการแก้ไขดังนี้ จัดทำชุดฝึกคำศัพท์ที่ใช้มากในวิชาคณิตศาสตร์ให้เด็กเรียนรู้ความหมายอย่างชัดเจนทีละคำจนค รบทุกคำ เพื่อให้เด็กมีทักษะในการเข้าใจความหมา ยของคำที่ใช้ในคณิตศาสตร์ก่อนทำเลขโจทย์ปัญหา ครูถามนักเรียนให้เกิดความมั่นใจว่าเด็กเข้าใจความหมายของคำและประโยคว่าโจทย์ต้องการอะไร ใช้ภาพประกอบภาพวาด หรือไดอะแกรมประกอบอธิบายโจทย์ปัญหา ใช้เทคนิคการสอนอ่านเข้าช่วยเฉพาะอย่างยิ่งเทคนิคการสอนอ่านจับใจความใช้วิธีให้เด็กขีดเส้นใต้ หรือระบายสี คำสำคัญ

5. ข้อควรปฏิบัติ

- ครูไม่ควรถามเด็กในคำถามที่คิดว่าเด็กตอบไม่ได้ เพราะเด็กจะเกิดความอับอาย ครูอาจเรียกเด็กมาพบและถามตัวต่อตัวจะเหมาะสมกว่า
- ให้เด็กทำงานกับเด็กอื่นในลักษณะของการร่วมเรียน ร่วมรู้ (Coopertive Learning)
- จัดหาคู่หูให้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือเพื่อด้วยกัน (Peer Teaching)
- อธิบายพร้อมยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม หรือให้เด็กวาดภาพประกอบทุกข้อ โดยเฉพาะข้อที่ยากๆ
- ให้เวลาเด็กอย่างเพียงพอ อย่างเอาจำนวนข้อเป็นตัวกำหนดเวลา (เช่น เหลือเวลาอีก 20 นาที ทุกคนต้องทำให้ได้ 5 ข้อ) แต่กำหนดเวลาโดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนข้อ (เช่นเหลือเวลา 20 นาที ให้ทุกคนลงมือทำเลข เมื่อหมดเวลา 20 นาทีแล้วบอกครูซิว่าทำได้กี่ข้อ)
- ทบทวนบทเรียนอย่างสม่ำเสมอ แต่ไม่ใช่เป็นการทบทวนในแบบเดิมในลักษณะเดิมที่ทำไปแล้ว เป็นการทบทวนเนื้อหาเดิมในแบบฝึกหัดใหม่ กิจกรรมใหม่

สรุปว่า นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ มีหลายประเภท บางคนอาจบกพร่องเพียงด้านเดียว บางคนอาจบกพร่องในหลายด้านควรสอนโดยการฝึกความจำ การจัดลำดับทิศทาง ฝึกการรับรู้ทางสายตา แก้ไขความลำบากทางภาษาให้กับนักเรียน

7. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2544) ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค. 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค. 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค. 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค. 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค. 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค. 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค. 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค. 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค. 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization)ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatialreasoning) และการใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (gcometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค. 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (patterm) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค. 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค. 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค. 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ

คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค. 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค. 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค. 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค. 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค. 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค. 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุปว่า สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย 6 สาระคือ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิตการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นและทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2544) ได้กำหนดเนื้อหาไว้ดังนี้

จำนวนที่มีมากกว่า 100,000 การบอกจำนวน การอ่าน และการเขียนตัวเลข แทนจำนวนชื่อหลัก ค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก การเขียนในรูปของการกระจาย การเปรียบเทียบจำนวน การใช้เครื่องหมายแสดงการเปรียบเทียบ การเรียงลำดับจำนวน

การบวก การลบ การคูณ การหาร การหารจำนวนและโจทย์ปัญหา การบวก การลบจำนวนที่มีหลายหลัก การคูณจำนวนที่มีหนึ่งหลักกับจำนวนที่มีหลายหลัก การคูณจำนวนที่มากกว่าสองหลักกับจำนวนที่มากกว่าสองหลัก การหารตัวหารที่ไม่เกินสามหลัก การบวก ลบ คูณ หารระคน โจทย์ปัญหา

เศษส่วน การบวก และการลบเศษส่วน ความหมาย การอ่านและการเขียนเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน การใช้เครื่องหมายแสดงการเปรียบเทียบการบวก การลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน

ทศนิยม ความหมาย การอ่านและการเขียนทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง การเปรียบเทียบทศนิยม การใช้เครื่องหมายแสดงการเปรียบเทียบ

การวัดความยาว (กิโลเมตร เมตร เซนติเมตร มิลลิเมตรและวา) การเลือกเครื่องวัดและหน่วยการวัดความยาว การคะเนความยาว ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการวัดความยาว มาตราส่วน โจทย์ปัญหาและสถานการณ์

การหาพื้นที่ การหาพื้นที่จากการนับตาราง การหาพื้นที่โดยประมาณจากการนับตาราง การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โจทย์ปัญหาและสถานการณ์

การชั่ง การชั่ง (เมตริกตัน กิโลกรัม กรัมและขีด) การเลือกเครื่องชั่งและหน่วยการชั่ง การคาดคะเนน้ำหนัก ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการชั่ง โจทย์ปัญหาและสถานการณ์

การตวง การตวง (ลูกบาศก์เมตร ลูกบาศก์เซนติเมตร ลิตร มิลลิลิตร และถัง) การเลือกหน่วยการตวง การคะเนปริมาตรหรือความจุ ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการตวงโจทย์ปัญหาและสถานการณ์

เงิน การเขียนจำนวนเงินโดยใช้จุดและการอ่าน การเปรียบเทียบจำนวนเงินและการแลกเงิน บันทึกรายรับรายจ่าย โจทย์ปัญหาและสถานการณ์

เวลา การบอกเวลา การเขียนบอกเวลาโยใช้จุดและการอ่าน การบอกช่วงเวลาการอ่านและการบันทึกกิจกรรมหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่ระบุเวลา ความสัมพันธ์ระหว่างนาที ชั่วโมง วัน สัปดาห์ เดือนและปี โจทย์ปัญหาและสถานการณ์

รูปเรขาคณิตและสมบัติบางประการของรูปเรขาคณิต ส่วนของระนาบ จุดส่วนของเส้นตรง เส้นตรงและรังสี มุม รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เส้นทแยงมุม เส้นขนาน ส่วนประกอบของรูปวงกลมและสมบัติพื้นฐานของรูปวงกลม รูปที่มีแกนสมมาตร การประดิษฐ์ลวดลายโดยใช้รูปเรขาคณิต

แบบรูปและความสัมพันธ์ แบบรูปของจำนวนนับที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงทีละเท่าๆ กัน แบบรูปของเรขาคณิตและแบบรูปอื่นๆ การบอกความสัมพันธ์หรือการเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของสถานการณ์หรือปัญหา

สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น การอ่านแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และตาราง การเก็บรวบรวมข้อมูลและการเขียนแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างแน่นอนอาจเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้ และไม่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน

สำหรับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าใช้ในการศึกษาผลการใช้ในครั้งนี้คือ เรื่อง การบวก สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 คณะผู้ศึกษาค้นคว้าได้กำหนดเนื้อหาดังนี้

- ความหมายของการบวก
- การบวกจำนวนที่มีหนึ่งหลัก

8. การวัดผลและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การวัดผลและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้พัฒนาคุณภาพผู้เรียน การวัดและประเมินผลจะช่วยให้ผู้สอนได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้าและความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การวัดผลและประเมินผลต้องดำเนินการควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

การวัดผล (Assessment) หมายถึง การรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือหรือวิธีการต่างๆ เช่นแบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสอบถาม เพื่อใช้พิจารณาผู้เรียนในเรื่องพฤติกรรมการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน หรือใช้ในการตัดสินผลการเรียน

การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับผู้เรียน โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินค่าโดยการเทียบเกณฑ์ที่กำหนดการวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน ในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น รวมทั้งการนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้

2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอ การเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม อันได้แก่ เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ ฝึกการทำงานที่เป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

ข้อมูลสารสนเทศเหล่านี้ส่งเสริมให้ผู้สอนและผู้เรียนทราบจุดเด่น จุดด้อย ด้านการสอนและการเรียนรู้ และเกิดแรงจูงใจที่จะพัฒนาตน (http://mangmoom.suphanburi2.net/modules/article/view.article.php/277/c2)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภัคมาลย์ สัมพะบุตร (2545) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาไทยสำหรับนักเรียนที่บกพร่องทางการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนศึกษาพิเศษจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 10 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาไทยสำหรับเด็กบกพร่องทางการได้ยินชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 นักเรียนมีความคิดเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมมาก

บุญศรี เห็นโสภา (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความวิตกกังวลแตกต่างกันกับนักเรียนโรงเรียนอนุบาลพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 45 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 93.51/83.30 ความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความวิตกกังวลสูง ปานกลาง และต่ำ ไม่มีความแตกต่างกัน

นิตยา เวหามูล (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาไทยเรื่องการสะกดคำ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลวัชรชัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 30 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.28/81.47 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความพึงพอใจของผู้เรียนโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจของผู้สอนโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากเรียนผ่านไปแล้วเป็นเวลา 14 วัน พบว่าผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ถึงร้อยละ 87.53

สุธาสินี วงศ์สารภี (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีตัวการ์ตูนที่นักเรียนชอบเป็นตัวดำเนินเรื่อง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.34/75.73 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ความพึงพอใจของนักเรียนโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

เพชรนารี ศรีบรรเทา (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมฝึกความพร้อมด้านสติปัญญา ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนลาซาลโซติรวินครสวรรค์

จำนวน 20 คน พบว่า ประสิทธิภาพกิจกรรมฝึกความพร้อมด้านสติปัญญา ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์สำหรับสำหรับนักเรียนชั้นอนุบาล 3 มีประสิทธิภาพ 81.45/82.17 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ความพร้อมด้านสติปัญญาของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมฝึกความพร้อมด้ายสติปัญญาสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดเห็นของครูประจำชั้น เกี่ยวกับกิจกรรมฝึกความพร้อมด้านสติปัญญาด้วยสื่อคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมในระดับมาก

ทรงสวาท ใจมูล และคณะ (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตัวเรา โดยการศึกษาและพัฒนา โดยใช้รูปแบบทฤษฎีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของอเลสซี่และทรอลิป (Alessi and Trollip, 1991) มาประยุกต์ใช้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตัวเรา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเทอดไทย อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน พบว่าความสามารถของนักเรียนหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) สูงกว่าก่อนเรียนในระดับดี และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับมาก

จันดาภรณ์ ขวัญเงินและคณะ (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถานการณ์จำลอง มีวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (R&D) และใช้เทคนิคของการออกแบบและพัฒนาการสอนของ ADDIE Model ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมิน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ที่กำลังศึกษาโรงเรียนอนุบาลสามง่าม โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ประสิทธิภาพของบทเรียนสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนด และความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยอยู่ในระดับมาก

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ศรีตลา ตูลเตมีย์ (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การลดพฤติกรรมก่อกวนในชั้นเรียนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาระดับเรียนได้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีการเสริมแรง

พฤติกรรมแบบ ดีอาร์เอ ในการทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาระดับเรียนได้ ที่มีพฤติกรรมก่อกวนในชั้นเรียนมากที่สุดจำนวน 3 คน ที่มีระดับอายุ 12-14 ปี มีระดับไอคิวระหว่าง 50-70 ของโรงเรียนคลองกะจุ บางกะปี กรุงเทพมหานคร ซึ่งคัดเลือกจากนักเรียนที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยด้วยวิธีการทดสอบระดับเชาว์ปัญญา จากศูนย์สุขภาพจิต แล้วลงความเห็นว่า มีไอคิวต่ำกว่าปกติและมีพฤติกรรมก่อกวนชั้นเรียนสูงกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนครั้งของช่วงเวลาการสังเกตในช่วงทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ และมีคะแนนความถูกต้องของการทำแบบฝึกหัดต่ำร้อยละ 50 ผลการวินิจฉัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการเสริมแรงแบบ ดีอาร์เอ ที่ความถูกต้องของการทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์จะแสดงพฤติกรรมตั้งใจทำแบบฝึกหัดเพิ่มมากขึ้น และจะแสดงพฤติกรรมก่อกวนในชั้นเรียนลดลง

สายพิณ โคกทอง (2540) ได้ศึกษาทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหลังเขา จากการจัดกิจกรรมบูรณาการเกมคณิตศาสตร์ พบว่า ทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมบูรณาการเกมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมบูรณาการเกมคณิตศาสตร์และมีทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ดวงใจ วรรณสังข์ (2542) ได้ศึกษาความสามารถในการจำพยัญชนะไทยของเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนจิตรลดา จากการสอนโดยใช้ชุดการสอนนิทานประกอบภาพพยัญชนะไทย พบว่าความสามารถในการจำและการอ่าน พยัญชนะไทยของนักเรียนหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนนิทานสูงกว่าก่อนใช้ชุดการสอนนิทาน

รัตนา แพงจันทร์ (2542) ได้ศึกษาความสามารถเขียนคำของเด็กที่มีปัญหาทางเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านดงช้าง จากการเขียนแบบบูรณาการกับเกม พบว่าความสามารถในการเขียนคำของนักเรียนหลังได้รับการสอนเขียนคำสูงกว่าก่อนได้รับการสอนเขียนคำและความสามารถเขียนคำอยู่ในระดับดี

ผดุง อารยะวิญญู (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมสำหรับสอนเด็กที่อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้ รูปแบบการวิจัยที่เลือกใช้คือการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างเดี่ยว (Sing Subject Design) ซึ่งเหมาะกับการวิจัยทางการศึกษาพิเศษ เพราะมีกลุ่มตัวอย่างที่ค่อนข้างจำกัด ชนิดที่เลือกใช้คือ Single Baseline Desjgn ABA กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กแอลดีที่มารับบริการที่คลินิกการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 7 ราย อายุระหว่าง 7 -18 ปี นวัตกรรมได้รับการพัฒนาโดยผู้วิจัยและได้รับการทดลองใช้ 1 ครั้ง นำมาปรับปรุง 1 ครั้ง แล้วจึงนำไปทดลองใช้อีกเป็นครั้งที่ 2 เวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้นวัตกรรมคือชุดละ

20 ชั่วโมง ได้นวัตกรรมที่พิสูจน์แล้วว่าสามารถพัฒนาทักษะในการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียน 17 ชุด คือ 1) การจำแนกภาพจากฉากหลัง 2) การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ 3) การจำแนกทางสายตา 4) การจำทางสายตา 5) การจำแนกทางการฟัง 6) การจำทางการฟัง 7) การเรียงลำดับจากการฟัง 8) การเรียงลำดับภาพ 9) การจำแนกอักษร 10) การรู้จักพยัญชนะและสระ 11) การสอนเป็นคำ 12) การวิเคราะห์คำ 13) การบันทึกชี้นำ 14) วิธีก้างปลา 15)วิธีกำหนดคำสำคัญของเรื่อง 16) อักษรจาง 17) วิธีโฟนิกส์ ผู้วิจัยเสนอแนะให้นำวิธีการและ นวัตกรรมทั้งหมดไปใช้ในการแก้ไขทักษะในการอ่าน การเขียน และคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ชวลิต ชูกำแพง (2546) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรซ่อมเสริมทักษะเบื้องต้นในการเรียนรู้ สำหรับเด็กที่มีปัญหาการเรียนรู้ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนอนุบาลกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 14 คน โดยมุ่งซ่อมเสริมทักษะเบื้องต้นในการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 3 ทักษะที่สำคัญ คือ 1) ทักษะด้านกระบวนการรับรู้ 2) ทักษะด้านภาษา และ 3) ทักษะด้านความรู้ความจำ พบว่า 1) ผู้เรียนมีทักษะเบื้องต้นด้านกระบวนการรับรู้ ภายหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ร้อยละ 50) 2) ผู้เรียนมีทักษะเบื้องต้นด้านภาษาภายหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่คะแนนการปฏิบัติยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 3) ผู้เรียนมีทักษะเบื้องต้นด้านความรู้ความจำ ภายหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

อัจฉรา สุดสังข์ (2549) ได้จัดทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการอ่านภาษาไทยสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ระดับช่วงชั้นที่ 2 พบว่า 1) ผลการสำรวจปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับองค์ประกอบทางการอ่านภาษาไทย พบว่า องค์ประกอบทางการอ่านทุกประเภทภาพรวมมีปัญหาในระดับมากถึงมากที่สุด ส่วนรูปแบบการนำเสนอของบทอ่าน ภาพรวมมีความต้องการอยู่ในระดับมาก 2) ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการอ่านภาษาไทยพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าประสิทธิภาพ 83.1/80.22 3) ผลการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะการอ่านภาษาไทย พบว่า 3.1)นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ที่ใช้ชุดฝึกทักษะการอ่านแล้วมีความสามารถในการอ่านหลังใช้ชุดฝึกสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึก อย่างมีนัยความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3.2) นักเรียน ที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ที่ใช้ชุดฝึกทักษะการอ่าน มีความสามารถในการอ่านสูงกว่านักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ที่ไม่ได้ใช้ชุดฝึกทักษะการอ่าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3.3) นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนที่ใช้ชุดฝึกทักษะการอ่าน มีพฤติกรรมการอ่านที่ดี ส่วนใหญ่ไม่มีอาการเครียดหรือเกร็ง ไม่พบอาการไม่แน่ใจ ไม่มั่นคงทางอารมณ์ มีบ้างเป็น

ส่วนน้อยที่หลงตัวอักษร ส่ายหน้า หรือสั่นศีรษะและจับหนังสืออ่านจนชิดหน้าเกินไป 4) ผลการประเมินการใช้ชุดฝึกทักษะการอ่านภาษาไทย พบว่า ครูผู้สอนการศึกษาพิเศษประเมินผลการใช้ชุดฝึกทักษะ ด้านปัจจัยนำเข้า และด้านผลผลิต ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านกระบวนการ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ส่วนนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ที่ใช้ชุดฝึกทั กษะการอ่านแล้ว ประเมินผลการใช้ชุดฝึกทักษะการอ่านภาษาไทยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

Rousselle, Laurence (2007) ศึกษาเรื่อง ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการเรียงลำดับตัวเลขทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวน 45 คน มีความบกพร่องในการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ มีปัญหาในเรื่องการเรียนเกี่ยวกับการอ่านและทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมายสัญลักษณ์ และการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเรียนการสอน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้ศึกษาค้นคว้าได้แนวทางในการจัดทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการบวก สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 2 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้รูปแบบการออกแบบของ ADDIE Model ซึ่งประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมิน