

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์
 - 1.2 ธรรมชาติและลักษณะของวิชาคณิตศาสตร์
 - 1.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้
 - 1.4 คุณภาพของผู้เรียน
 - 1.5 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)
 - 1.6 สาระการเรียนรู้
 - 1.7 มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3
 - 1.8 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- 2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.2 คุณลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 หลักการ ทฤษฎีและจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.7 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.8 คุณสมบัติของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.9 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.10 ข้อควรคำนึงถึงและเทคนิคการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.11 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.12 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจ

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยภายในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ตอนที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข(กระทรวงศึกษาธิการ, 2544. หน้า 1)

1.2 ธรรมชาติและลักษณะของวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วย คำอธิบาย บทนิยาม สัจพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่างๆ ขึ้น และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง

คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน ในการสื่อสาร สื่อความหมายและถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่างๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, หน้า 2)

1.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอสามารถนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้นให้ถือเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามความถนัดและความสนใจ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ที่ทัดเทียมกับนานาชาติอารยประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, หน้า 2)

1.4 คุณภาพของผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ที่นำไปประยุกต์ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, หน้า 2)

1.5 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ผู้เรียนควรมีความสามารถ ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สามารถเลือกใช้นิยามการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสมพร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับและสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

4. มีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลง (transformation) ทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนเส้นขนาน(translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และการนำไปใช้

5. สามารถวิเคราะห์แบบรูป สถานการณ์หรือปัญหาและสามารถใช้สมการ อสมการ กราฟ หรือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ในการแก้ปัญหาได้

6. มีความเข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถนำเสนอข้อมูลรวมทั้งอ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ สามารถนำความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ ตลอดจนเข้าใจถึงความคาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

7. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มเหตุการณ์และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้

8. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

9. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผลสื่อสาร สื่อความหมายทาง

คณิตศาสตร์และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

1.6 สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้ เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วย เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควร บูรณการสาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัด ให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขวางขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่นๆ เพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัสเบื้องต้น หรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับ ความสามารถและความต้องการของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, หน้า 6)

1.7 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนมี ดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงความหมายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการ แก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

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 อธิบายและวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการใช้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.8. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

การสอนคณิตศาสตร์ตามแนวใหม่ คือ ให้เด็กเรียนอย่างเข้าใจไม่จำเป็นต้องจำเกณฑ์อะไรมากนัก เมื่อได้ฝึกทำโจทย์ที่เคยเรียนมาแล้ว สามารถใช้ความเข้าใจที่มีอยู่คิดหาทางแก้ปัญหาได้ โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีในการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) ทฤษฎีนี้เป็นการฝึกฝนให้ทำแบบฝึกหัดหลายๆ ซ้ำๆ ซากๆ จนกว่าเด็กจะเคยชินกับวิธีการนั้นเพราะเชื่อว่าวิธีการนี้ทำให้ผู้เรียนคณิตศาสตร์ได้ ฉะนั้นการสอนจึงเริ่มโดยครูเป็นผู้ให้ตัวอย่างหรือบอกสูตรหรือกฎเกณฑ์ให้ แล้วให้เด็กฝึกฝนทำแบบฝึกหัดหลายๆ จนชำนาญ การฝึกฝนมีความจำเป็นในการสอนคณิตศาสตร์ เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาทักษะ แต่ทฤษฎีแห่งการฝึกฝนนี้ มีข้อบกพร่องอยู่หลายประการ คือ

1.1 เด็กต้องจดจำ ท่องจำกฎเกณฑ์ ซึ่งยุ่งยาก

1.2 เด็กไม่อาจจะจดจำข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วได้หมด

1.3 เด็กจะขาดความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนเป็นเหตุให้เกิดความลำบากสับสนในการคิดคำนวณ แก้ปัญหาและสิ่งของที่เรียนได้ง่าย ๆ

2. ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้โดยเหตุบังเอิญ (Incidental-Learning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่า เด็กจะเรียนรู้ได้ดี ก็ต่อเมื่อมีความต้องการหรือความอยากรู้อยากเห็นเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้น ฉะนั้นกิจกรรมการเรียนต้องจัดขึ้นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นในโรงเรียน หรือชุมชน ซึ่งนักเรียนได้ประสบกับตนเอง ส่วนข้อบกพร่องของทฤษฎีนี้ คือ เหตุการณ์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นบ่อย ดังนั้น การจัดการเรียนการสอน ตามทฤษฎีที่จะใช้ได้เป็นครั้งคราว ถ้าไม่มีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นแล้วทฤษฎีนี้จะไม่เกิดผล

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้เน้นตระหนักกว่าการคิดคำนวณกับความเป็นอยู่ในสังคมของเด็กเป็นหัวใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อได้เรียนสิ่งที่มีความหมายต่อเด็กเอง และเป็นเรื่องที่ได้พบเห็นปฏิบัติในสังคมประจำวันของเด็ก ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับว่าเหมาะสม ในการนำไปสอนคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

กรมวิชาการ (2538 อ้างอิงใน ละออง เลี้ยงจวบ, 2547) กล่าวถึง ทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำแนกได้ 2 ประเภท คือ ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์และทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์มีลักษณะเช่นเดียวกับ โสภณ บำรุงสงฆ์ ที่กล่าวมาแล้ว แต่ทฤษฎีการเรียนรู้ต้องอาศัยหลักจิตวิทยาเข้าช่วยในการสอนอย่างมาก เพราะคณิตศาสตร์เป็นนามธรรม ยากแก่การเข้าใจ ครูจึงควรศึกษาหลักจิตวิทยาในการเรียนการสอนให้

เข้าใจ แล้วนำมาใช้ในการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ซึ่งนักจิตวิทยา ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้

(http://www.edurmu.org/cai/_somsung/elearning/content/lesson4/402.html) ดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development) ของ Piaget

1.1 เด็กเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสังคม

1.2 การเรียนรู้เป็นเรื่องของแต่ละบุคคล ตัวผู้เรียนเองเท่านั้นที่ทราบตัวเอง เรียนรู้พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กมี 4 ระดับ คือ

1.2.1 Semi – motor Stage (อายุ 0 - 2 ปี) ระยะเวลาเป็นช่วงที่เด็กมีพัฒนาการเกี่ยวกับสัมผัสและการเคลื่อนไหว

1.2.2 Preoperational Stage (อายุ 2 – 6 ปี) เป็นระยะที่เด็กเริ่มเข้าใจภาษาอากัปกริยาของคนใกล้ชิดเป็นช่วงเวลาที่สามารถรับรู้บุคลิกภาพของตนเอง เด็กรู้จักใช้เหตุผล แต่ก็อธิบายไม่ได้เด่นชัด

1.2.3 Concrete Stage (อายุ 6 – 12) ระยะเวลาเด็กเริ่มเข้าใจการจัดหมวดหมู่การจำแนก การเรียงลำดับ จำนวน มิติ และความสัมพันธ์ การให้เหตุผลของเด็กในวัยนี้ จะอาศัยสิ่งที่ตนมองเห็น เด็กยังให้เหตุผลที่เกี่ยวกับนามนามไม่ได้

1.2.4 Formal Operation Stage (อายุ 12 ปีขึ้นไป) ระยะเวลาเป็นระยะที่เด็กเริ่มรู้จักอธิบายเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล

จากการพัฒนาการทางสติปัญญา ทั้ง 4 ระยะของเด็ก ระยะที่ 3 จำเป็นในการเรียนการสอน เพราะต้องใช้วัสดุของจริงประกอบการสอนให้เด็กเกิดการค้นพบ

2. ทฤษฎีพัฒนาการและแนวคิดของ Bruner

Bruner เน้นโครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาวิชาและกระบวนการ(Process) ของการแก้ปัญหา มากกว่าการเน้นผล (Product) Bruner กล่าวว่า การเข้าใจโครงสร้างของความรู้ จะช่วยให้เด็กมีความรู้แจ้ง สามารถประยุกต์เนื้อหาวิชาได้ ทำให้มีความทรงจำได้เป็นระยะเวลานาน นอกจากนั้นการเข้าใจโครงสร้างยังเป็นการจัดความรู้ให้มีระบบระเบียบ การจัดประสบการณ์ของการเรียนให้มีลำดับความยากง่าย และความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม Bruner ได้เสนอแนะวิธีการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ชั้น คือ

2.1 ใช้ของจริงอธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

2.2 ใช้รูปภาพอธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

2.3 ใช้สัญลักษณ์อธิบายหรือแสดงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

3. ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดของ Ausubel

Ausubel ได้เสนอหลักการที่จะทำให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์
ได้มีหลักการ 2 ประการ คือ

3.1 การจัดความรู้ให้มีโครงสร้างที่เหมาะสม

3.2 การจัดลำดับความยากง่ายของความรู้ที่เหมาะสม

4. ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดของ Gagne

Gagne มุ่งเน้นผล (Product) ของพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และเชื่อว่า
สิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเก็บรักษาความรู้ (Retention) ไว้ได้นานมีอยู่ 3 ประการ คือ

4.1 กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความพึงใจ

4.2 การเข้าใจอย่างชัดเจน

4.3 การจำแนกความรู้เดิมและความรู้ใหม่

5. แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ของ Dienes

Dienes ได้เสนอหลัก 4 ประการในการสอนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

5.1 The Dynamic Principle เด็กจะเรียนรู้จากการเล่นหรือกิจกรรม 3 ระดับ

คือ

5.1.1 การเล่นเกมหรือกิจกรรมที่ไม่มีกติกานั่นนอน แต่มีความคิด
รวบยอดทางคณิตศาสตร์แฝงอยู่

5.1.2 การเล่นเกมหรือกิจกรรม มีกติกา หรือมีระเบียบเด็กเริ่มเข้าใจ
ความคิดรวบยอด

5.1.3 เด็กจะเรียนรู้จากการฝึกหัดซึ่งมุ่งให้เรียนรู้ความคิดรวบยอด
ที่ต้องการโดยตรง

5.2 The Constructive Principle ความรู้หรือความคิดรวบยอดทาง
คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนอยู่ในสภาพที่ช่วยให้เกิดความนึกคิดที่จะแก้ปัญหา แม้ว่าเด็ก
จะไม่มีความคิดเชิงวิเคราะห์หรือไม่สามารถจะประเมินอย่างมีเหตุผลได้ แต่เด็กจะสามารถรับรู้
ความคิดรวบยอดได้โดยญาณ

5.3 The Mathematic Variability Principle จากหลักการที่ว่าตัวแปรทาง
คณิตศาสตร์ต่างๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างคงที่ การเรียนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
จะต้องเข้าใจสิ่งที่สามารถแทนได้หลายรูปแบบนั้นว่ามีลักษณะร่วมกัน หรือกล่าวง่าย ๆ ว่าเป็นสิ่ง
เดียวกัน

6. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom

Bloom เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนซึ่งเป็นทฤษฎีที่มีข้อตกลงเบื้องต้น 2 ประการ คือ ประการแรก คือ พื้นเพของผู้เรียน(History) ประการที่ 2 คือ คุณลักษณะของแต่ละคน

ตอนที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือ ซีเอไอ (CAI) ราชบัณฑิตยสถานบัญญัติศัพท์เป็นภาษาไทยว่า “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วย” แต่ไม่เป็นที่นิยม มักใช้คำว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” หรือ “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้น มีผู้สรุปความหมายไว้คล้ายคลึงกันหลายความหมาย ดังต่อไปนี้

นิพนธ์ ศุขปริดี (2548 : 63-65) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง เป็นระบบการสอนโดยมีความเชื่อพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ (Active Participation) โดยให้มีการตอบคำถาม คิด และกระทำกิจกรรมขณะเรียน โดยการใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) จากระบบการสอนสามารถบันทึกความก้าวหน้าของบุคคลเป็นระยะ

ยีน ภู่วรรณ (2541 : 121) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกและเก็บไว้คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่พึงพอใจสำหรับนักเรียนแต่ละคน ปัจจุบันมีการใช้คำย่อของคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนในภาษาอังกฤษ หลายคำ เช่น

CAE : Computer Administered Reduction

CAI : Computer Aided Instruction

CAI : Computer Assisted Instruction

CAT : Computer Aided Instruction

CAE : Computer Assisted Education

CAL : Computer Assisted Learning

CBI : Computer Based Instruction

IAC : Computer Application of Computer

แต่มีคำที่นิยมใช้อยู่ 2 คำ คือ CAI : Computer Assisted Instruction เป็นคำที่นิยมใช้แพร่หลายในสหรัฐอเมริกาและ CAL: Computer Assisted Learning เป็นคำที่นิยมในกลุ่มประเทศทางยุโรป แต่คำเหล่านี้มีความหมายเหมือนกัน

ขนิษฐา ชานนท์ (2548 : 8) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยมีเนื้อหาวิชาแบบฝึกหัด จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถแสดงเนื้อหาวิชาทั้งในรูปแบบตัวหนังสือ และกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน

ปาณิสรา มนต์อภิมุข (2547 : 15) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะสื่อประสม คือ มีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตัวเอง ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และทบทวนบทเรียนซ้ำ มีการประเมินคำตอบ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบเป็นสื่อการเรียนการสอนบทเรียนที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้ตามจุดประสงค์และเนื้อหา โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และสามารถเรียนได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

สมชัย ชินะตระกูล (2545 : 63) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยการเรียนการสอน เป็นการที่ครูหรือนักเรียนใช้โปรแกรมที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว เพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนนั้นจะเน้นผลที่ Output ของโปรแกรม ไม่ใช่ที่ตัวโปรแกรมหรือ Logic ในโปรแกรม ทั้งนี้จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสร้างกิจกรรมต่างๆ แล้วครูจะได้ใช้เพื่อการประเมินผล

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 30) กล่าวถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ ในระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความจะสามารถสนองต่อข้อมูลที่เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันที มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียนและสามารถประเมินผลการตอบสนองของผู้เรียนได้

ดวงพร คำศรีและคณะ (2547: 6) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่ทำจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งในบทเรียนจะประกอบด้วยตัวอักษร สัญลักษณ์ เสียง

และรูปภาพ โดยจัดเรียงเนื้อหาไว้เป็นลำดับขั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และทบทวนบทเรียนด้วยตนเอง

กนก จันทร์ทอง (2544 : 67) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอบทเรียนที่นำมาใช้ในการสอนเสริมการสอนในชั้นเรียนหรือสอนแทนครูผู้สอน และผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาแล้วในชั้นเรียน

วุฒิชัย ประสารสอน(2543) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือบทเรียนซีเอไอ (Computer-Assisted Instruction; Computer-Aided Instruction : CAI) คือ การจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน และปัจจุบันได้มีการบัญญัติศัพท์ที่ใช้เรียกสื่อชนิดนี้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน”

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543 : 65) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาจากคำว่า CAI (Computer Assisted Instruction)หมายถึง วิธีทางของการสอนรายบุคคลโดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดกาประสบการณ์ ที่มีความสัมพันธ์กันมีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้ได้อย่างเหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่งที่ผู้เรียน เรียนด้วยตนเองเป็นผู้ที่จะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่ส่งมาทางจอภาพ ผู้เรียนจะตอบคำถาม ทางแป้นพิมพ์ แสดงออกมาทางจอภาพ มีทั้งรูปภาพและตัวหนังสือหรือบางที่อาจใช้ร่วมกันกับอุปกรณ์อย่างอื่นด้วย เช่น สไลด์ เทปวีดีทัศน์ เป็นต้น

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2542 : 7) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

Hannafin& Peck (1988) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมการเรียน การเรียนการสอนที่ผ่านคอมพิวเตอร์ประเภทใดก็ตาม กล่าวได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI มีคำที่ใช้ในความหมายเดียวกันกับ CAI ได้แก่ Computer - Assisted Learning (CAL), Computer-aided Instruction (CaI), Computer-aided Learning (CaL) เป็นต้น

Stolurow (1977, p. 390) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการสอนโดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดง

เนื้อหาวิชาตามลำดับขั้นตอนที่ต่างกันด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้เหมาะสม เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของ “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” หรือ “CAI” คือ การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสร้างให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้เรียนนำไปเรียนด้วยตนเองและเกิดการเรียนรู้ ซึ่งโปรแกรมประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นข้อความ ภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว เสียง ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ มีการประเมินผลด้วยตนเอง แสดงผลให้เห็นได้และทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง

2.2 คุณลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ธีราพร วิฑูรน์โรจน์จรัส (2543) กล่าวว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นไปตามรูปแบบ หรือกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งในแต่ละวิธีการจะมีขั้นตอนการสอนที่แตกต่างกัน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องเป็นโปรแกรมที่ดำเนินขั้นตอนตามรูปแบบวิธีการสอน อย่างไรก็ตามในการสอนมีกิจกรรม หรือขั้นตอนใหญ่ๆ ที่ทุกวิธีการสอนมักจะดำเนินตามรูปแบบดังนี้

1. การเสนอเนื้อหา ในกรณีนี้จะเสนอเนื้อหาใหม่ หรืออาจจะเป็นการสรุปเนื้อหาที่เคยเรียนมาก่อน เพื่อเป็นการทบทวนบทเรียน
2. ปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะตอบคำถามของครู หรือคอมพิวเตอร์จะถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เสนอไปกิจกรรมขั้นตอนนี้จะเป็นการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์
3. ประเมินผลการตอบสนองของนักเรียนว่าบรรลุถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างไร
4. จัดกิจกรรมให้นักเรียนทำโดยอาศัยผลจากการประเมินว่าควรทำอะไรต่อไป

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 : 8) กล่าวว่า คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประการ

1. สารสนเทศ (Information)

ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ(Content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization)

บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ (Individualization) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง จึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด คือ จะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนของตนมีอยู่หลายลักษณะ ลักษณะสำคัญๆ ได้แก่ การควบคุมเนื้อหา การควบคุมลำดับการทำงาน และการควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ

3. การโต้ตอบ (Interaction)

ในที่นี้ คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือ การเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด นอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผู้สอน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดี จะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน

4. ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback)

ลักษณะที่ขาดไม่ได้อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) แล้วผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับโดยทันที หมายรวมไปถึง การที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบ หรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ทั้งนี้มีงานวิจัยหลายชิ้นซึ่งสนับสนุนว่า การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เอง ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 องค์ประกอบ

กิดานันท์ มลิทอง (2541 : 168) กล่าวถึงความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะทำให้การเรียนการสอนโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนไปได้ในทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้กับผู้เรียน ดังนั้นในขณะนี้จึงมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกัน

อย่างกว้างขวาง และแพร่หลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนในรูปแบบต่างๆ

2.3 หลักการ ทฤษฎีและจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ที่พึงพอใจที่จะนำมาใช้ในวงการศึกษา คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่ทำงานได้คล่องตัว การเขียนโปรแกรมสั่งงานไม่ยุ่งยาก ราคาต่อเครื่องไม่แพงเกินกว่าโรงเรียนจะซื้อได้ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะการทำงานหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ของการเรียนรู้ตลอดจนวิธีการที่จะถ่ายทอดเนื้อหาไปสู่ผู้เรียน(ธวัช รัตนมนตรี, หน้า 2547 : 40-43) กล่าวถึง หลักการในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ ออริง (Orwing) ดังนี้

1. ใช้เป็นรายบุคคล (Individualized) ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่นับได้รับการออกแบบเพื่อใช้สำหรับส่วนบุคคล ด้วยเหตุนี้จึงถือว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ได้ผลดีที่สุด

2. มีการโต้ตอบได้อย่างทันที (Immediate Feedback) คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลของข้อมูล que ผู้เรียนป้อนเข้าไป และโต้ตอบออกมาโดยเร็ว ทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองทันทีที่ผู้เรียนได้ตอบปัญหา ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โปรแกรมที่เขียนสามารถเสริมแรงนักเรียนที่ตอบปัญหาได้ถูกต้อง และสามารถช่วยแก้ปัญหาถ้าผู้เรียนตอบผิด และเสนอบทเรียนใหม่ถ้าบทเรียนเก่าใช้ไม่ได้ผล

3. เป็นกระบวนการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน (Track Learners process) นอกจากความสามารถที่ตอบสนองได้รวดเร็ว คอมพิวเตอร์ยังสามารถเก็บรายงานผลของผู้เรียนได้ด้วย จึงเป็นไปได้ที่คอมพิวเตอร์จะช่วยติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนใช้คอมพิวเตอร์เหล่านี้ตรวจสอบเพื่อการประเมินผลการเรียนของตนเอง ครูใช้ข้อมูลความก้าวหน้าของนักเรียนและกรณี que ผู้เรียนไม่ทำกิจกรรมต่อคอมพิวเตอร์ ก็จะเตือนผู้เรียนโดยอัตโนมัติ

4. ปรับให้ทันสมัยได้ง่าย (Easy of Updating) เนื่องจากขอบเขตของหลักสูตรและเนื้อหาวิชามีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ดังนั้นการตัดแปลงเพิ่มเติมแก้ไขโปรแกรมที่เขียนไว้แล้วสามารถทำได้ง่าย

5. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่สามารถจะทำงานได้ทุกอย่างเหมือนคน เช่น ในเรื่องมนุษยสัมพันธ์ ฉะนั้น การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนใช้แทนครูเลยไม่ได้ ด้วยเหตุนี้ครูจึงต้องนำมาเป็นส่วนหนึ่งหรือช่วยสอนเท่านั้น การแก้ปัญหาเหล่านี้ ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมให้สอดคล้องกับหลักจิตวิทยา เช่น โปรแกรมที่สร้างขึ้นให้ผู้เรียนกับครูร่วมทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้เกิดมนุษยสัมพันธ์มากขึ้น

6. การเขียนโปรแกรมที่ดี ต้องอาศัยความชำนาญอย่างมาก เพราะบางโปรแกรมมีตัวอักษรมากเกินไป ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อ การสร้างภาพที่มีสีสัน มีการเคลื่อนไหว และมีเสียงประกอบจะทำให้ผู้เรียนเห็นกระบวนการต่างๆ อย่างชัดเจน และสนุกสนานต่อการเรียน

การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่สำคัญ ได้แก่ หลักจิตวิทยาของธอร์นไดค์ (Thorndike) และสกินเนอร์ (Skinner)

พะยอม วงศ์สารศรี (2526 : 88-89) กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ และสุรางค์ โค้วตระกูล (2537, หน้า 140-143) กล่าวถึงทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ไว้ ดังนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Learning Theory) เป็นทฤษฎีที่เป็นกฎของความพร้อมผล และการฝึกฝน ซึ่งมีความสัมพันธ์ของกฎทั้งสาม สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสอนได้มาก

1.1 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎนี้ได้กล่าวถึงสภาพการณ์ที่ผู้เรียนมีแนวโน้มที่จะพึงพอใจหรือรำคาญใจกับการยอมรับหรือปฏิเสธ

1.2 กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ เมื่อใดที่การเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองมีขึ้น การกระทำนั้นๆ ก็จะมีเพิ่มขึ้นตาม

1.3 กฎแห่งการฝึกฝน (Law of Exercise) หมายถึง การเชื่อมโยงระหว่างการตอบสนองสิ่งเร้าที่เกิดขึ้นซ้ำหลายๆ ครั้ง จะช่วยทำให้การเชื่อมโยงระหว่างสองสิ่งนี้ยิ่งดีขึ้น

2. ทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ (Reinforcement Theory Skinner)

แบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิด

2.1 การให้แรงเสริมทุกครั้ง คือ ให้แรงเสริมแก่อินทรีย์ที่แสดงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ทุกครั้ง

2.2 การให้แรงเสริมเป็นครั้งคราว คือ ไม่ต้องให้แรงเสริมทุกครั้งที่อินทรีย์แสดงพฤติกรรม สกินเนอร์ได้วิจัยเกี่ยวกับแรงเสริมเป็นครั้งคราวไว้อย่างละเอียดโดยแบ่งเป็น 4 ประเภท

1. การให้แรงเสริมตามช่วงเวลาที่แน่นอน
2. การให้แรงเสริมตามช่วงเวลาที่ไม่แน่นอนหรือไม่สม่ำเสมอ
3. การให้แรงเสริมตามอัตราส่วนที่แน่นอนหรือคงที่
4. การให้แรงเสริมตามอัตราส่วนที่ไม่แน่นอน

จากทฤษฎีและหลักจิตวิทยา สรุปได้ดังนี้ การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นต้องมีการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน จัดเนื้อหาให้ต่อเนื่องเหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน อีกทั้งต้องมีแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียนอีกด้วย

2.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วารินทร์ รัตมีพรหม (2531 : 194) แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. ฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นกระบวนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่ง่ายที่สุด โดยมีการใช้ทฤษฎีเสริมแรงในการสอนมโนทัศน์และทักษะ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยชุดของคำถามหรือแบบฝึกหัดเช่นเดียวกับหนังสือในแบบฝึกหัด (Work book) แบบฝึกหัดนั้นมีการเสริมแรงทุกๆ คำตอบที่ถูกต้อง และส่วนใหญ่มักเป็นการฝึกปฏิบัติวิชาคณิตศาสตร์ การแปลภาษาต่างประเทศ ละการสร้างคำศัพท์กับรูปประโยคโปรแกรมที่ได้ปรับปรุงให้ซับซ้อนมักจะเริ่มด้วย Pretest ก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่จะทำการฝึกปฏิบัติเป็นไปอย่างเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนโปรแกรมบางโปรแกรมจะต้องบันทึกข้อมูลการตอบสนองของผู้เรียนไว้ด้วย เพื่อที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนเพิ่มเติมต่อไป

2. เรียนทบทวน (Tutorials) เป็นการใช้นักเรียนที่สอนที่ทบทวนเนื้อหาวิชาให้โดยจะมีทั้งเนื้อหาและกราฟฟิกจอภาพของคอมพิวเตอร์ และมีคำถามเป็นระยะๆ ถ้าผู้เรียนตอบได้อย่างถูกต้องก็จะมี Feed back เป็นการเสริมแรงโดยทันทีทันใด แต่ถ้าตอบผิดก็อาจมีการกลับบททวนเนื้อหาใหม่เป็นการสอนเสริมนั่นเอง การใช้วิธีอย่างนี้จะคล้ายกับบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching program)

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) โปรแกรมที่ค่อนข้างเป็นการเคลื่อนไหวและเลียนแบบความจริงนั้น เราอาจใช้คอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี เช่น เรียนการขับเครื่องบินด้วยโปรแกรมสถานการณ์จำลองของคอมพิวเตอร์ เรียนการบริหารธุรกิจขนาดเล็ก การควบคุมและใช้เครื่องมืออุปกรณ์ของระบบนิเวศวิทยาเพื่อป้องกันการลุกลาม การควบคุมระบบการใช้อาวุธร้ายแรง และการทำงานในการขุดเจาะบ่อน้ำมัน สิ่งที่ค่อนข้างซับซ้อนและเคลื่อนไหวเหล่านี้จะเสียค่าใช้จ่ายในการเรียนด้วยโปรแกรมสถานการณ์จำลองของคอมพิวเตอร์น้อยกว่าเรียนในโลกของความจริงมากมาย

4. เกม (Games) เกมจะแตกต่างจากสถานการณ์จำลองในแง่ที่กิจกรรมของเกมอาจจะใช้หรือไม่ใช้สถานการณ์จำลองก็ได้ และเกมอาจไม่ใช่เป็นการเรียนการสอนก็ได้ เว้นแต่ว่าเกมนั้นจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาหรือการฝึกอบรม เกมซึ่งมีการแข่งขันในคอมพิวเตอร์ที่ได้ออกแบบมาเพื่อการเรียนการสอนเป็นอย่างดีจะกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ดีขึ้น ปัญหาที่มีอยู่คล้ายสถานการณ์จำลองก็คือ ความยากในการออกแบบทั้งเกมและสถานการณ์จำลองในการเรียนการสอนไม่ให้สูญเสียในคุณลักษณะของเกมและสถานการณ์จำลองไป

5. การค้นพบ (Discovery) เป็นการออกแบบโดยให้ปัญหาและข้อมูลต่างๆ แก่ผู้เรียนและผู้เรียนค้นหาการแก้ปัญหาเองโดยวิธีลองผิดลองถูกจนกว่าจะได้คำตอบ เป็นลักษณะแบบที่เรียกว่า Inductive approach ซึ่งคอมพิวเตอร์จะเป็นแหล่งข้อมูล (Database) ให้นั่นเอง

6. การแก้ปัญหา (Problem - Solving) โปรแกรมในลักษณะนี้จะมี 2 แบบ แบบแรกผู้เรียนจะเขียนโปรแกรมเอง โดยการระบุถึงปัญหาและการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะทำแต่ในสิ่งที่จำเป็น เช่น ช่วยในการคำนวณที่ซับซ้อนส่วนอีกแบบนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้เขียนขึ้นไว้ก่อนแล้ว คอมพิวเตอร์จึงเป็นผู้ที่ช่วยปัญหาให้

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 187-191) ได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. การสอน (Tutorial Instruction) บทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อยๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้วิเคราะห์ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีกก็จะมีทำให้เนื้อหาเพื่อทบทวนให้จนกว่านักเรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทเรียนนั้นอีกหรือจะให้เรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนในการสอนแบบนี้ นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาโดยสามารถสอนได้ในแทบทุกสาขาวิชานับตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ เพื่อการเรียนรู้ด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการปัญหาต่างๆ

2. การฝึกหัด (Drill and Practice) บทเรียนในการฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมากจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการทำให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความคิดรอบคอบ และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้วจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ โปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้จะสามารถใช้ได้หลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียวกาศศัพท์ และการแปลภาษา เป็นต้น

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยตัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพ

จำลองอาจจะประกอบด้วย การเสนอความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติ เพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่ว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่างๆ ในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้หรือเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ในโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองนี้จะมีโปรแกรมบทเรียนแทรกย่อยอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมการสาธิต (Demonstration) โปรแกรมนี้มีไว้เป็นการสอนเหมือนกับโปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งเป็นการสอนเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แต่โปรแกรมการสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น

4. เกมเพื่อการสอน (Instructional Games) การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมกันใช้มาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้อย่างได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่นักเรียนได้เช่นกัน ในเรื่องของกฎเกณฑ์แบบแผนของระบบกระบวนการ ทศนคติ ตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอยหรือฝันกลางวัน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันกันจึงทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่ตลอด รูปแบบโปรแกรมบทเรียนของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองแต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทเรียนของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย

5. การค้นพบ (Discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. การแก้ปัญหา (Problem-Solving) เป็นการให้ผู้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้นโปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหา ถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหาโดยการคำนวณ ข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง

7. การทดสอบ (Test) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบมิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย

เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่าๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน หรือผู้ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนี้ก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 11) ได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกได้ 5 ประเภทดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ (tutorial) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือเนื้อหาเดิม ซึ่งจะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือจะเลือกเรียนส่วนไหนหรือไม่ เพราะเป็นเลือกเรียนตามความต้องการของผู้เรียน

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (drill and practice) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเสนอข้อคำถามโดยใช้รูปแบบต่างๆ มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนฝึกฝนปฏิบัติจนสามารถเข้าใจ และจดจำเนื้อหาเหล่านั้นได้ โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีคำถามแบบต่างๆ เช่น การจับคู่ เติมคำ ปรนัย ถูกผิด แล้วแต่โปรแกรมจะสร้างขึ้น

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเหตุการณ์จำลอง (simulation) คือ การจำลองสถานการณ์โดยให้ผู้เรียนสัมผัสกับเหตุการณ์ ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับของจริง การสัมผัสกับเหตุการณ์ หมายถึง การทำความเข้าใจในสถานการณ์ การเรียนรู้ที่จะควบคุมสถานการณ์นั้น ๆ การตัดสินใจของผู้เรียน และแสดงผลลัพธ์จากการตัดสินใจ ซึ่งจะประยุกต์เข้ากับเกม เป็นเกมกับสถานการณ์จริงซึ่งจะเป็นโปรแกรมการสอนเด็กๆ ที่นิยมกันมาก เพราะนอกจากจะได้ความรู้ต่างๆ แล้วยังเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียนเป็นอย่างมาก เพราะคล้ายกับว่าผู้เรียนเข้าไปอยู่ในสถานการณ์นั้นและต้องแก้ปัญหาที่ต้งขึ้นได้

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบเกม (games) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ต้องการให้การเรียนเป็นเรื่องสนุก โดยมุ่งเน้นการสร้างบรรยากาศจากแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งเน้นความสุขเพลิดเพลิน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนคอมพิวเตอร์

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (test) คือ เป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบซึ่งมีข้อดี คือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันทีและการใช้คำนวณผลสอบก็ยังคงให้ความแม่นยำและรวดเร็ว

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท ซึ่งแล้วแต่เนื้อหาของบทเรียน และผู้เรียนในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสม ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอน (Tutorial Instruction) เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ค่อนข้างยาก และซับซ้อน ซึ่งบทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อยๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม พร้อมได้ข้อมูลย้อนกลับทันที ทั้งยังผู้เรียนกลับมาทบทวนบทเรียนซ้ำอีกได้

2.5 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แนวความคิดของกาเย เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการได้แก่

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

รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรจะมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจาก

ผู้เรียนโดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1. เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

- 1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ
- 1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน
- 1.4 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

3. เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม
4. เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน
5. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และ วัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มี

ความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั้ง
2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับของผู้เรียนโดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ
4. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ
6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพที่ละเอียดก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลา การนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปที่ละเอียดก็ได้
7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี่ไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณเล็กน้อยเพียงใดนั้น

ขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาความต้านทานรวม กรณีนี้ ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณหาค่าต่างๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าว เพื่อเป็นการทบทวนก่อนก็ได้ สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน
2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด
3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด
4. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่ายแต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวีดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่างๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพไฟโตซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวีดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพ

เหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ชับซ้อน เข้าใจยากและไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุล องค์ประกอบ ภาพไม่ดี เป็นต้น

ดังนั้น การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญๆ
2. เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย
4. การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น
5. ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
6. จัดรูปแบบของคำอธิบายให้น่าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอนๆ
7. คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย
8. หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
9. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมาโดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
10. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึง และเข้าใจความหมายตรงกัน
11. ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้างแทนที่จะให้กดแป้นพิมพ์หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยวิธีการพิมพ์หรือตอบคำถาม

5. ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningfull Learning) นั้น ทางเดียวที่

จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจืดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจโมติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย อาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้แนะทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ย่างกว่า ตามลำดับขั้น สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

1. บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
2. ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
3. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล่องหลายๆค่า เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง เป็นต้น
4. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้องเพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ
5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม
6. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้ และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษา กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถามจะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปการอื่นๆ ตัวอย่าง เช่น วีดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบ ปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดง ความคิดเห็น เลือกรายการ และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึก เบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
3. ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของลักษณะ เนื้อหา
4. เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้ความ เข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ
5. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้า จำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก
6. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควร ตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป
7. เปรียบเทียบคำตอบของผู้เรียน เปรียบคำถาม และเปรียบเทียบการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บน หน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้
8. ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์ เล็ก เป็นต้น

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจาก ผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนาย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่า ขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอ

ด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผลว่าหากทำผิด แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบแขวนคอสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขยับยานสูดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟิกจะเหมาะสมกว่า สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน
 2. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
 3. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการให้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้
 4. หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไป ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
 5. อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
 6. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2 - 3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป
 7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
 8. พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน
8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรมีรูปแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า ผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ

2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟ้มเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

5. ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม

6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสม และมีความเชื่อมั่นเหมาะสม

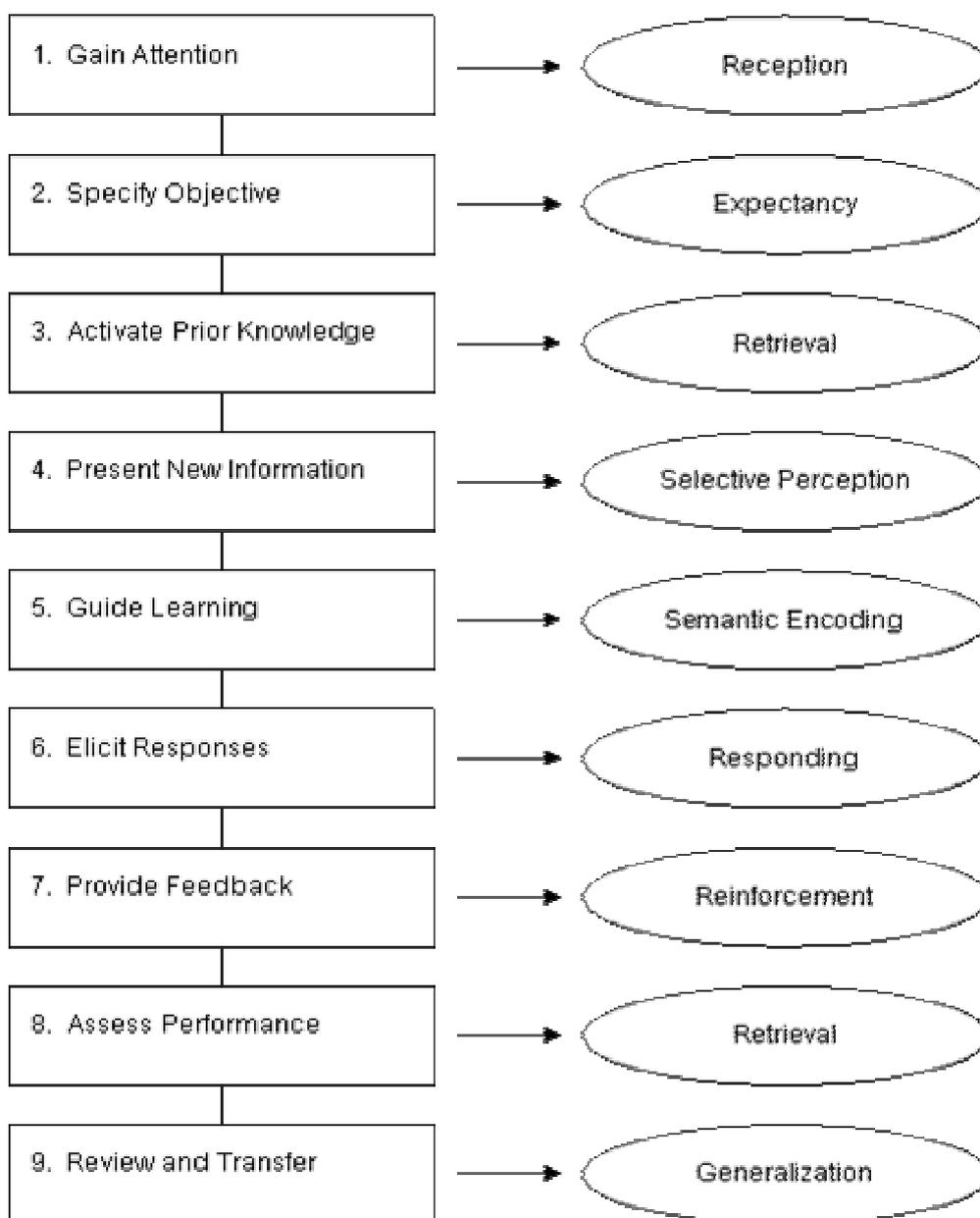
7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

8. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะที่เดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อเป็นให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไปหรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปลองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป



ภาพประกอบ 1 รูปแบบการสอนของ Robert Gagné

ขั้นตอนการสอน ทั้ง 9 ประการของ Robert Gagné เป็นมโนมิติกกว้างๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียน สำหรับการเรียนการสอนปกติ ในชั้นเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคนิคอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดียที่ใช้เป็นหลักพื้นฐานก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้เคียง กับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้อง กับการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด

सानนท์ เจริญฉาย (2544 : 172-173) กล่าวถึง การดำเนินงานการเขียนโปรแกรมสร้างบทเรียนเพื่อให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. พิจารณาผู้เรียนว่าเป็นใครระดับชั้นเรียนใด ทั้งนี้เพราะวุฒิภาวะของนักเรียนมีผลต่อลักษณะการจัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหาปรากฏที่หน้าจอตัวอักษรที่ใช้รูปภาพประกอบหรือข้อความ และสิ่งเร้าที่จะให้คอมพิวเตอร์โต้ตอบกับผู้เรียน เพื่อดึงดูดความสนใจตลอดจนความยาวของบทเรียนหรือแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียนด้วยเหตุนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับประถมศึกษาจึงต้องมีลักษณะบางอย่างที่แตกต่างจากระดับมัธยมศึกษา และอุดมศึกษา

2. กำหนดเนื้อหา และศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหานั้นๆ

3. ตั้งจุดมุ่งหมายของบทเรียน ต้องการจะให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลอะไรบ้าง

4. กำหนดโครงสร้างและข้อความที่จะเสนอทางจอภาพ เช่น เนื้อหาของบทเรียนแบบฝึกหัดคำติชม การประเมินผล เป็นต้น

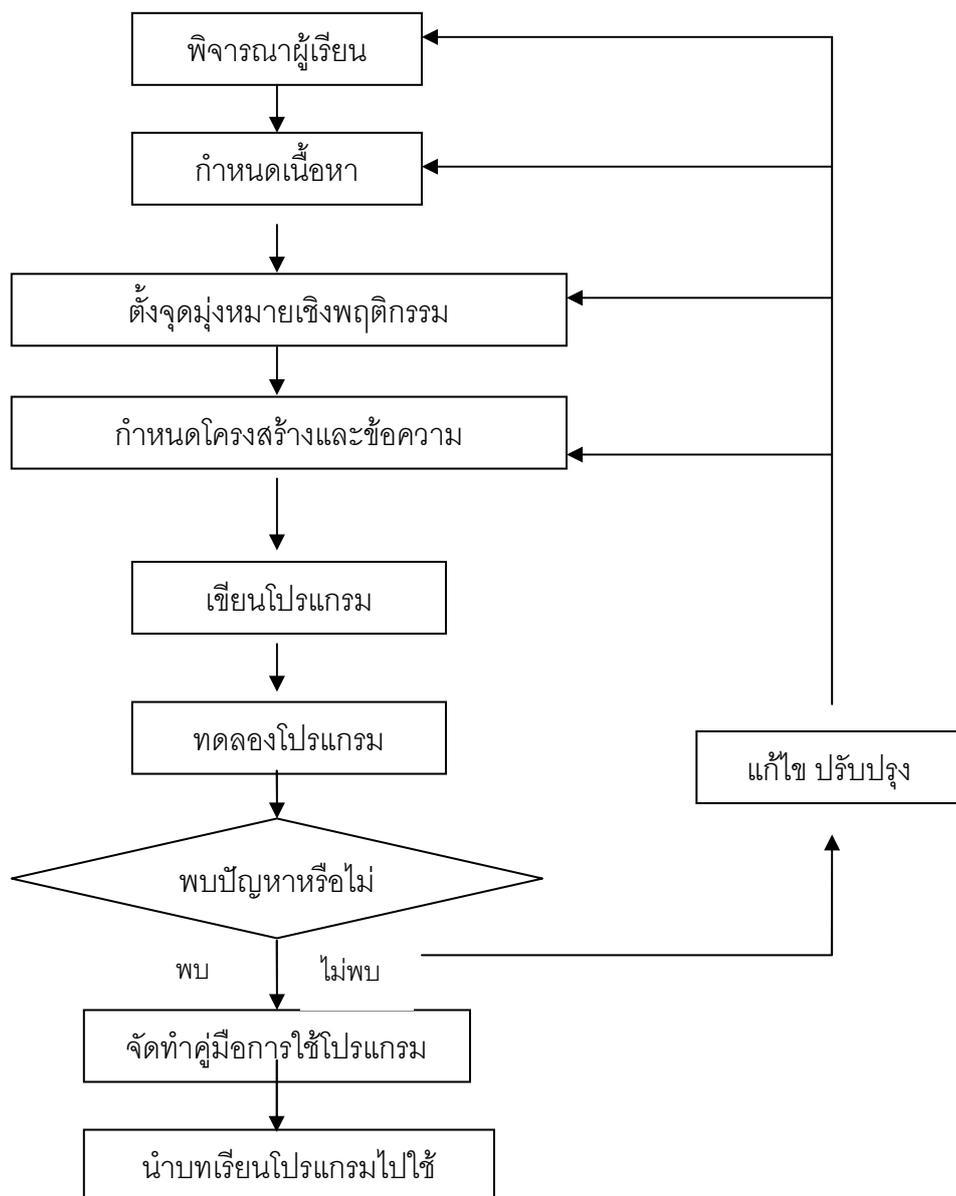
5. เขียนโปรแกรม 2.8.6.

6. ทดลองโปรแกรมและแก้ไขปรับปรุง

7. จัดทำคู่มือโดยใช้บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คู่มือนี้ควรกำหนดขั้นตอนการใช้เป็นขั้น อย่างชัดเจนภาษาที่ใช้ควรเข้าใจง่ายผู้เรียนสามารถอ่านสามารถปฏิบัติตามได้ คำสั่งที่ใช้ไม่ควรมีจำนวนมาก และควรเป็นคำสั่งพื้นฐานที่รู้จักกันทั่วไป

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกระบวนการที่เป็นระบบสมบูรณ์ ซึ่งผู้เขียนบทต้องระลึกละเอียดอยู่เสมอว่าบทเรียนที่เขียนขึ้นนี้จะทำการสอนโดยไม่มีครูไม่มีใครบังคับให้สนใจเรียนนอกจากบทเรียนที่ได้เขียนโดยการวางแผนไว้อย่างดีเท่านั้น ดังนั้นผู้เขียนจึงต้องเขียนบทเรียนให้พึงพอใจ ระวังระวังทั้งภาษาและเนื้อหาภาษาที่ใช้ เนื้อหาในบทเรียนควรจัดชอยเป็นหน่วยย่อยที่มีความบูรณในแต่ละหน่วยเพื่อผู้เรียนจะได้ติดตามเนื้อหาได้โดยไม่สับสนหรือขาดตอน

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามแนวคิดของ สานนท์ เจริญฉาย (2544 : 173) แสดงได้ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ศิริชัย สงวนแก้ว (2544 : 174-175) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ Instruction Computing Development 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบ (Instruction Design) เป็นที่กำหนดคุณลักษณะและรูปแบบการทำงานของโปรแกรม โดยเป็นหน้าที่ของนักการศึกษาหรือครูผู้สอนที่มีความรอบรู้ในเนื้อหาหลักจิตวิทยาวิธีการสอน การประเมินผล ที่มีกิจกรรมที่ต้องร่วมกันพัฒนาดังนี้

1.1 วิเคราะห์เนื้อหา ครูผู้สอนจะต้องเป็นการประชุมปรึกษาตกลง และทำการเลือกสรรหาวิชาที่จะนำมาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ เรื่องนี้เป็นเรื่องที่จะมีการศึกษาความเป็นไปได้ ทั้งนี้เพราะแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีความสามารถเพียงใดแต่ก็มีข้อจำกัดในบางเรื่องดังนั้นเมื่อมีครูผู้สอนได้เลือกเนื้อหาและวิเคราะห์ออกมาแล้วว่าเนื้อหาตอนใดที่จะทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเป็นที่ต้องนำมาปรึกษากับฝ่ายเทคนิคหรือครูผู้เขียนโปรแกรม

1.3 ลำดับขั้นตอนการทำงาน นำเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ หรือสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนมาผสมผสานเรียงลำดับแนวการนำเสนอในรูปแบบ Storyboard และโฟลว์ชาร์ท (Flow Chart) ซึ่งมีหลักการนำเสนอคล้ายๆ กับภาพสไลด์

2. การสร้าง (Instruction Construction) เป็นการสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแก้ไข ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมเมอร์ ในระดับที่โรงเรียนไม่มีโปรแกรมเมอร์โดยเฉพาะ อาจเป็นครูที่มีความสามารถในการเขียนโปรแกรม เข้ามาช่วยในการสร้างโปรแกรม ดังนี้

2.1 การสร้างโปรแกรม เป็นการนำเนื้อหาที่อยู่ในรูป Storyboard บนกระดาษ ให้ชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งหรือโปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนโดยเฉพาะ โดยต้องมีการตรวจแก้ไขข้อผิดพลาด

2.2 ทดสอบการทำงาน หลังจากตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เรียกว่า “BUG” ในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ต่อไปก็เป็นการนำเอาโปรแกรมที่สร้างไปให้ครูผู้สอนเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องบนจอภาพ อาจมีการแก้ไขโปรแกรมในบางส่วน และนำไปทดสอบกับนักเรียน ในสภาพการทำงานจริงเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม และหาข้อบกพร่องของผู้ออกแบบขาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาปรับปรุงต้นแบบ และแก้ไขโปรแกรมต่อไป

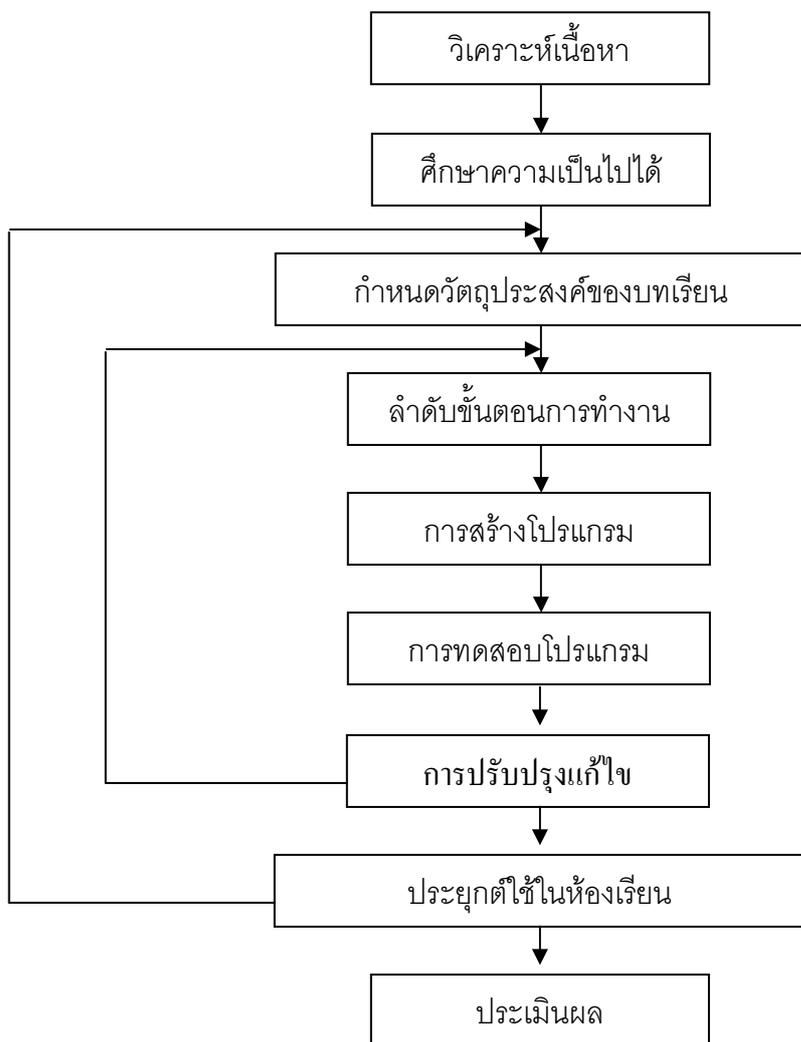
2.3 ปรับปรุงแก้ไข หลังจากทราบข้อบกพร่องจากการนำโปรแกรมไปทดสอบการทำงานแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงจะต้องเปลี่ยนแปลงที่ต้นฉบับของ Storyboard ก่อนแล้วจึงค่อยตามด้วยตัวโปรแกรม เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วก็จะนำไปทดสอบการทำงานใหม่ แต่ถ้ายังมีข้อบกพร่องก็ต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไปวนเวียนซ้ำเช่นนี้ จนกว่าจะได้เป็นโปรแกรมเป็นที่พอใจแก่ผู้ออกแบบ จึงนำไปใช้งาน จากนั้นเป็นการเขียนคู่มือประกอบการใช้โปรแกรม เพื่อที่ผู้จะนำโปรแกรมไปใช้จะได้เตรียมอุปกรณ์สภาพการทำงานในการใช้โปรแกรม โดยคู่มือจะแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ คู่มือนักเรียน คู่มือครู และคู่มือการใช้คอมพิวเตอร์

3. การประยุกต์ใช้ (Instruction Implement) ควรประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและประเมินผล เป็นขั้นตอนที่นักคอมพิวเตอร์กับครูผู้สอนจะต้องประสานงานซึ่งกันและกัน โดยมีการประเมินผลเป็นลำดับขั้นตอนสุดท้ายของการทำงานร่วมกัน เพื่อที่จะตัดสินว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไรสมควรที่จะใช้งานในการเรียนการสอนหรือไม่

3.1 การประยุกต์ใช้ในห้องเรียน การนำโปรแกรมไปใช้ในการเรียนการสอน ต้องทำการข้อกำหนดของการใช้โปรแกรม เช่น โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับสถิติการทดลองควรให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรมก่อนเข้าห้องทดลองจริง โดยโปรแกรมสำหรับเสริมการเรียนรู้ควรมีตัวโม่งกิจกรรมสำหรับการใช้โปรแกรม เป็นต้น สำหรับโปรแกรมที่ใช้เป็นสื่อเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งชั้น อาจจะต้องต่ออุปกรณ์จอภาพไปสู่จอขนาดใหญ่

3.2 ประเมินผล การประเมินผลเป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นการสรุปว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นอย่างไร ควรจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ การประเมินผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

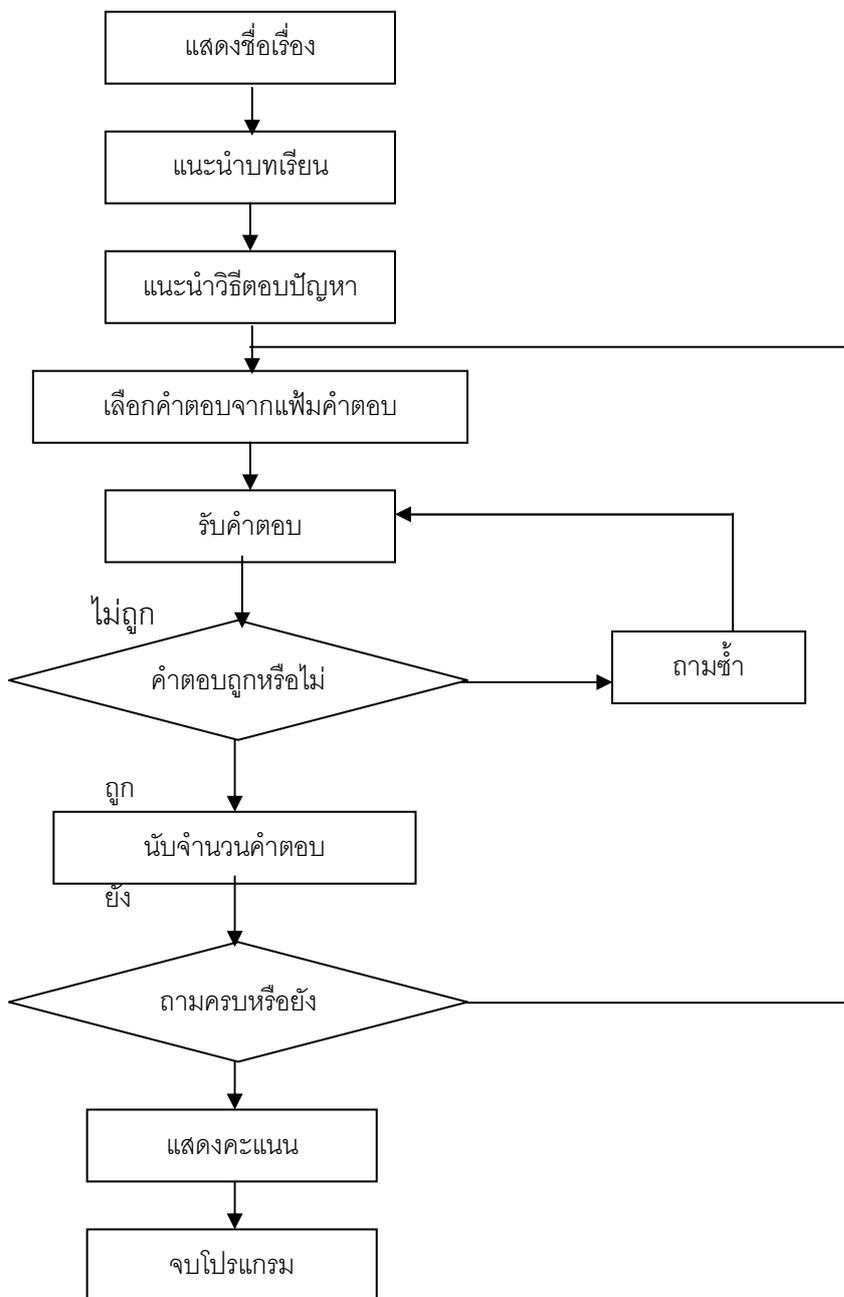
จากแนวความคิดพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สานนท์ เจริญฉาย (2544 : 173) และศิริชัย สงวนแก้ว (2544 : 174) สามารถเขียนเป็นแผนภูมิ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังภาพประกอบ 3



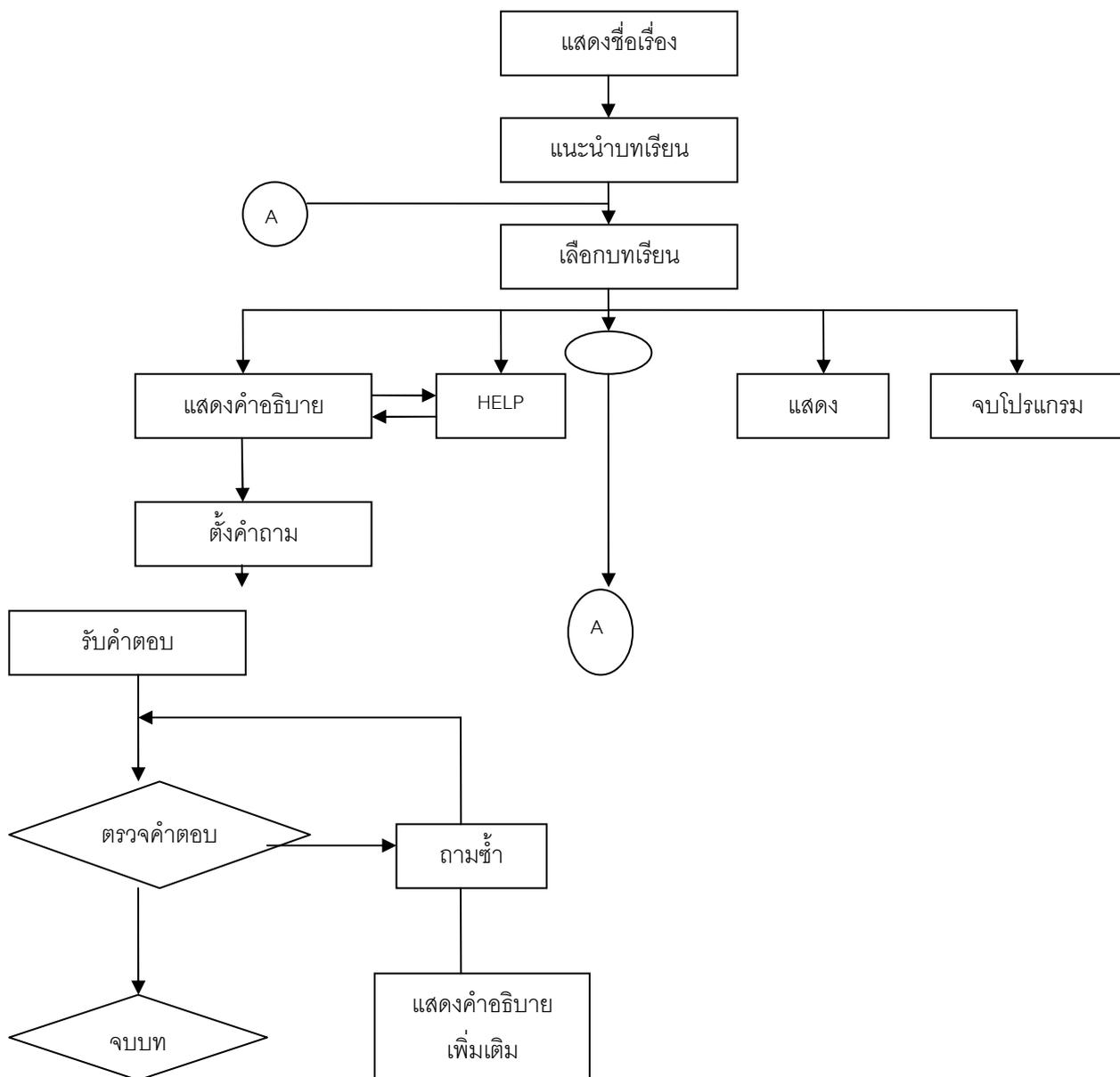
ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์

2.6 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีแนวทางหลากหลายในการนำเสนอรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเช่น Drills, Practice, Simulation และ Game เป็นต้น รูปแบบที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะนำมาพัฒนาบทเรียน (ศิริชัย สงวนแก้ว, 2544 : 176) ภาพประกอบ 4 และภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบโปรแกรมแบบฝึกหัด



ภาพประกอบ 5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเลือกบทเรียนได้

2.7 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีศักยภาพเหนือกว่าบทเรียนสำเร็จรูปอื่นๆ โดยมีความสามารถที่เกือบจะแทนครุที่เป็นมนุษย์ได้ก็ตาม แต่โครงสร้างและการพัฒนาบทเรียนก็มีขั้นตอนเช่นเดียวกับบทเรียนสำเร็จรูปอื่นๆ ลักษณะโครงสร้างบทเรียนโดยไมโครคอมพิวเตอร์ที่สำคัญมี 9 ประการ ดังนี้ (सानนท์ เจริญฉาย. 2543 : 170-171)

5.1 เนื้อหาวิชาที่สอน จะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย เรียกว่ากรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะบรรจุข้อความที่ต้องการสื่อความหมายที่ย่อและกะทัดรัดและสามารถสื่อความหมายได้อย่างสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพสูง

5.2 แต่ละกรอบต้องมีการกำหนดให้มีการตอบสนองตอบจากผู้เรียนในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งอาจเป็นตอบคำถามหรือเติมคำหรือตอบสนองด้วยการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งก่อนจึงจะไปยังกรอบถัดไป

5.3 บทเรียนแต่ละบทควรกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน และสามารถตรวจสอบและประเมินผลจากผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นรายละเอียดข้อความในแต่ละกรอบควรเขียนขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

5.4 การย้อนกลับต่อผู้เรียน (Feedback) หลังจากได้ทำแบบฝึกหัด หรือตอบคำถามใดๆ แล้วควรย้อนกลับทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) ที่สำคัญมาก และเป็นจุดเด่นของบทเรียนโดยไมโครคอมพิวเตอร์ด้วย

5.5 การจัดเรียงกรอบต่างๆ ควรเรียงจากง่ายไปหายาก จากของเก่าไปสู่ใหม่ โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ปรับการเรียนรู้เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ และไม่ละเลยการเสริมแรง

5.6 บทเรียนควรมีการทดสอบและปรับปรุงอยู่เสมอ สามารถจะยืดหยุ่นให้เหมาะกับผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล

5.7 ข้อความในบทเรียนจะต้องเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ในตัวเอง

5.8 บทเรียนต้องไม่ผูกพันกับเวลา จะเรียนเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล หรือความพอใจและความต้องการของแต่ละบุคคล

5.9 การใช้บทเรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้การดูแลของผู้สอน ควรเป็นการเรียนที่อิสระจากการดูแลหรือควบคุมจากบุคคลอื่น

2.8 คุณสมบัติของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การเขียนบทเรียนโดยไมโครคอมพิวเตอร์ สามารถทำได้ทั้งในลักษณะที่เป็นโปรแกรมช่วยสอนเฉพาะเรื่อง หรือบางส่วนของเรื่อง และทั้งในลักษณะที่เป็นการสร้างบทเรียน (Authoring System) ซึ่งเป็นโปรแกรมเอกประสงค์ คือเปิดโอกาสให้ผู้สอนเป็นผู้จัดใส่ข้อความที่ต้องการสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่งลงโปรแกรม ดร.วอง คุณ ยุง แห่ง Institute of Education ในสิงคโปร์ ได้วางหลักการว่าโปรแกรมสร้างบทเรียนที่ดีนั้น ควรมีลักษณะดังนี้

1. เลือกเป้าหมายของการเรียนได้ นั่นคือผู้เรียนสามารถเลือกระดับความยากง่ายของบทเรียน และจำนวนแบบฝึกหัดที่จะทำได้ด้วย
 2. เลือกอัตราความเร็วได้ นั่นคือผู้เรียนสามารถเลือกความเร็วในการอ่านบทเรียนและทำแบบฝึกหัดได้
 3. มีสิ่งเร้าให้พอเหมาะ นั่นคือจะต้องไม่นำข้อความมาบรรจุในจอภาพมากเกินไป การแสดงบทเรียน และโจทย์แบบฝึกหัดควรแสดงเป็นภาพๆ ไปไม่ใช่วิธีเลื่อนจอขึ้นไปทีละบรรทัด
 4. มีแบบฝึกหัดหลายแบบ ใช้หลักการสุ่มในการเลือกโจทย์ และประเภทแบบฝึกหัด
 5. มีการโต้ตอบที่อ่านเข้าใจง่าย การตรวจสอบคำตอบของนักเรียนต้องเร็ว มีการใช้ถ้อยคำเพื่อที่ครูจะได้วิเคราะห์คำอธิบาย และวิเคราะห์บทเรียนได้
 6. ให้คำชมเชยที่สมควร จะต้องเลือกคำชมเชยที่พอเหมาะไม่ใช่จนเพื่อ
 7. มีการบันทึกข้อผิดพลาด ต้องเก็บรายงานความผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะที่ผู้เรียนตอบคำถามเพื่อที่ครูจะได้วิเคราะห์คำอธิบาย และวิเคราะห์บทเรียนได้
 8. ให้คะแนนได้ โปรแกรมควรจะสามารถให้คะแนนตลอดระยะเวลาที่ผู้เรียนกำลังใช้โปรแกรมบทเรียนอยู่ และถ้าจะให้ดียิ่งขึ้นก็ต้องสรุปคะแนนให้ได้ทุกครั้งที่ต้องการ
- การเลือกเครื่องมือการสร้าง CAI ขึ้นใช้เองในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะการใช้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาใดภาษาหนึ่งที่ถนัดเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้สอนมี Software ที่จะนำมา

ใช้พิจารณาสร้างบทเรียน Cai ซึ่งประยุกต์จากโปรแกรมนำเสนอผลงาน (Presentation Software) มีอยู่ 3 ประเภท ได้แก่

1. Programme นำเสนอด้วยภาพนิ่ง (Slide Presentation Software)
2. Programme นำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation Software)
3. Programme นำเสนอสื่อประสม (Multimedia or Interaction Media)

โดยสรุปแล้ว Software ที่จะนำมาสร้าง CAI ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 3.1 สร้างภาพได้
- 3.2 สร้างตัวอักษรได้
- 3.3 นำเสนอต่อเนื่องได้
- 3.4 ทำแบบทดสอบได้

นวนลพจจ จันทรแจ่ม (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยลักษณะที่พึงพอใจของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับครูประถมศึกษาในกรุงเทพมหานคร ด้านการใช้งานร่วมกับฮาร์ดแวร์ และด้านการสร้างบทเรียน ผลการวิจัยสรุปลักษณะของโปรแกรมที่ช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. ควรมีความพึงพอใจกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีใช้ในโรงเรียน
2. ควรมีขนาดโปรแกรมใช้งาน 2 ระดับ โปรแกรมชุด A (ประสิทธิภาพสูงใช้กับฮาร์ดดิสก์) และโปรแกรมชุด B (ประสิทธิภาพต่ำไม่ต้องใช้ฮาร์ดดิสก์)
3. ควรมีระบบปฏิบัติการทั้งระบบ Dos และ Windows
4. ควรมีลักษณะของการเขียนคำสั่งได้หลายแบบ เช่น เขียนคำสั่งเป็น ภาษาไทย หรือสร้างโดยใช้ Menu และ Toolbox
5. ควรมีรูปแบบของ Graphic และตัวอักษร รวมทั้งเครื่องมือในการนำเสนอที่หลากหลาย
6. ควรมีภาพตัวอย่าง และภาพเหมือนจริงในโปรแกรมเพื่อตัดแปลงใช้งาน
7. ควรมีตัวอย่างลักษณะการทำงานหรือการนำเสนอไว้ให้ดู
8. ควรมีศักยภาพหรือความสามารถในการทำงานได้หลากหลาย เช่น สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ประกอบอื่นได้

2.9 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เก็จสกุล จีระวรพงศ์ (2547, หน้า 21) กล่าวว่า การดำเนินการผลิตบทเรียนนั้น หัวใจของการทำงานที่มีประสิทธิภาพคือระบบการเชื่อมประสาน (User Interface) ดังนั้นการจัดทำต้นแบบจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการออกแบบระบบการเชื่อมประสานกับผู้ใช้ที่มีมาตรฐาน ซึ่งนักออกแบบและโปรแกรมเมอร์จะต้องปฏิบัติตามกฎเกณฑ์และแบบแผนเพื่อพัฒนาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปในทิศทางเดียวกัน

การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ

1. การทดสอบระหว่างการออกแบบการพัฒนาและการผลิต (Formative Evaluation) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ทำการออกแบบ การพัฒนาและการผลิต โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เรียนอันเป็นกลุ่มเป้าหมายให้เป็นผู้ทดลองใช้และแสดงความคิดเห็น ในการทดสอบขั้นนี้จะทำการทดสอบ 3 ลักษณะ คือการทดสอบตัวต่อตัว การทดสอบกลุ่มเล็กการทดสอบการใช้งานจริง ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบจะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานอย่างสมบูรณ์ต่อไป

2. การทดสอบเพื่อหาข้อสรุป (Summative Evaluation) เป็นการทดสอบระหว่างการออกแบบ การพัฒนาและการผลิตหรือทดสอบเมื่อใช้งานแล้ว โดยเป็นการทดสอบในด้านอื่นที่ไม่ใช่ประสิทธิภาพในการใช้งาน ไม่ใช่เพื่อการแก้ไขปรับปรุง อาจเป็นการทดสอบในเชิงพาณิชย์เพื่อการตัดสินใจในการทำการตลาด การลงทุนในระดับต่อไปหรือการลดต้นทุนในการผลิต เป็นการทดสอบที่ไม่มีผลเนื่องในการแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นการตัดสินใจในการดำเนินการต่อไป

2.10 ข้อควรคำนึงถึงและเทคนิคการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ศิริชัย สงวนแก้ว (2544 : 177-178) ได้เสนอข้อควรคำนึง และเทคนิคในการสร้างบทเรียนไว้ดังนี้ คือ

1 การเรียนรู้เกี่ยวกับสื่อ

1.1 ศึกษาผลงานที่มีคนอื่นทำไว้ก่อนแล้วว่ามีอะไรบ้างมีแนวทางอย่างไร

1.2 ทดลองใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของคนอื่น และพยายาม

หาจุดดีและจุดเสียของโปรแกรม

1.3 ทดลองสร้างโปรแกรมสั้นๆ เพื่อหาประสบการณ์

1.4 ปรึกษาผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในเนื้อหาในเรื่องที่จะเขียนบทเรียน

1.5 ควรจะรู้ข้อจำกัดและความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้

1.6 เลือกภาษาคอมพิวเตอร์ที่พึงพอใจ และมีความถนัด

2 การวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน

2.1 เลือกหัวข้อหรือวิชาที่ผู้สอนมีประสบการณ์ในการสอน

2.2 เขียนวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน โดยแยกเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไป และ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3 ควรร่างขั้นตอนการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2.4 ลองสอนจริงในชั้นเรียนในลักษณะปกติแล้วเก็บรวบรวมข้อมูล

2.5 ประโยชน์ในการเขียนโปรแกรม เช่น บันทึกไว้ให้ผู้เรียนสงสัยตรงไหนบ้าง มีคำถามอะไรบ้าง ขั้นตอนพึงพอใจหรือไม่

2.6 ความยาวบทเรียนหนึ่งๆ ต้องไม่ทำให้ผู้เรียนเหนื่อยล้าเกินไป

2.7 ในหน่วยบทเรียน ควรมีความคิดรวบยอดเพียงความคิดเดียว

2.8 ทดสอบหลังเรียนหาความพอใจของคำถามว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

หรือไม่

3 รูปแบบการเรียน

- 3.1 ใช้ภาษาที่ใกล้เคียงกับพูด แต่อย่าให้เหมือนมากจนเกินไป
 - 3.2 ข้อความสั้นกะทัดรัดได้ใจความ ใช้คำที่เป็นรูปธรรม
 - 3.3 ใช้คำที่อ่านแล้วให้อารมณ์ความรู้สึก ให้ความเคลื่อนไหว และกระตุ้นความคิด
 - 3.4 การใช้คำลีลาการเขียน ต้องแสดงแนวความคิด โปรดระลึกเสมอว่าโปรแกรมบทเรียนไม่ใช่หนังสือธรรมดา
 - 3.5 ใช้คำที่เป็นกันเองกับผู้เรียน ในการถามคำถามหรือเสนอเนื้อหา
 - 3.6 ทำให้ข้อความเด่นชัด โดยใช้ช่องว่างหรือเทคนิคอื่นๆ ให้พึงพอใจ
 - 3.7 ไม่ควรใช้คำแสดง หรือศัพท์อื่นๆ ที่ไม่แน่ใจว่าผู้เรียนทุกคนจะเข้าใจ
 - 3.8 อย่าให้เนื้อหามากเกินไปในหนึ่งจอภาพ
 - 3.9 ข้อความในแต่ละจอภาพควรมี 2 ลักษณะ คือลักษณะที่หนึ่ง เสนอความรู้หรือเรื่อง และลักษณะที่สอง เป็นแบบที่ผู้เรียนจะสนองตอบ
 - 3.10 มีการบอกใบ้(cueing) ช่วยให้ผู้เรียนได้ตอบแนวทางที่ต้องการ เช่น การขีดเส้นใต้คำที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง
 - 3.11 การฟื้นฟู (prompt) เป็นการนำทางให้ผู้เรียนควรจะตอบสนองอย่างไร เช่น อายกตัวอย่างโดยใช้รูปภาพ กราฟฟิก แทนการใช้ข้อความซ้ำๆ กลับไปกลับมา
 - 3.12 ความสวยงามในการจัดจอภาพมีอิทธิพลต่อการอ่านของผู้เรียน เช่น ตัวหนังสือแน่นเกินไปหรือไม่ชัด เป็นต้น
- ### 4 การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์
- 4.1 จัดทำคู่มือบอกวิธีใช้โดยใช้ภาษาที่ง่ายต่อความเข้าใจ
 - 4.2 คัดลอกข้อความบนจอเฉพาะส่วนที่ผู้เรียนควรจะได้รับทราบล่วงหน้าลงในคู่มือ
 - 4.3 ควรมีทางเลือก (option) หรือบอกวิธีออกจากโปรแกรม เช่น Esc = เลิกทำงาน เป็นต้น
 - 4.4 ทุกโปรแกรมควรจะ Load และ run โดยอัตโนมัติ
 - 4.5 ออกแบบให้ input จากผู้เรียนปรากฏในตำแหน่งที่พึงพอใจ
 - 4.6 ควรบอกผู้เรียนให้ทราบหากมี Load ข้อมูลที่ต้องใช้เวลานานเกินรอ

4.7 หากมีการเสนอเนื้อหาตอนสั้นๆ โดยลบเนื้อหาเดิม เนื้อหาใหม่ควรปรากฏในตำแหน่งเดิม

4.8 มีการชี้แนะ (cueing) ข้อความมีความสำคัญ เช่น ชีตเส้นใต้กระพริบเว้นช่องว่างใช้สี แตกต่างกัน

4.9 หากมีเนื้อหาต้องการเสนอในเฟรมเดียวกันควรแบ่งเป็นช่วงๆ โดยกตัญญูใดๆ เมื่ออ่านจบช่วง

4.10 หากเป็นโปรแกรมสำหรับเด็กเล็กควรให้ตัวอักษรใหญ่มีรูปแบบง่าย

4.11 การออกแบบข้อความกราฟิก ควรอยู่ในส่วนกลางจอ และเว้นขอบไว้ให้มากพอ

4.12 การเปลี่ยนเฟรมไม่ควรใช้วิธีการเลื่อนขึ้น ควรลบที่เดียวทั้งจอ

4.13 ใช้เสียงในการสร้างความสนใจแต่อย่าพรวดพราด

4.14 ไม่ควรใช้ตัวย่อ

4.15 ใช้ภาพเคลื่อนไหวตามความพึงพอใจอาจทำให้เบื่อ

4.16 ควรมีประโยคหรือคำพูดที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาจากเฟรมหนึ่งไปอีกเฟรมหนึ่ง

4.17 ไตเติลเป็นสิ่งที่จำเป็นของบทเรียนผู้ออกแบบควรทำให้น่าสนใจโดยใช้กราฟฟิกเสียงและสีเข้าช่วย

4.18 หากเป็นจอโมโนโครม การใช้สีพื้นหน้าบางไม่เท่ากันทำให้น่าสนใจขึ้น

4.19 การใช้กราฟและชาร์ต(chart) หากพึงพอใจกับเนื้อหาควรพิจารณาใช้อย่างยิ่ง

4.20 ควรมีเมนูให้เลือกรูปภาพบทเรียน ไว้ตอนต้นและท้ายของโปรแกรม

4.21 หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนเฟรมใดๆ อัตโนมัติ

5 การป้อนข้อความ

5.1 ใช้รูปแบบที่พบเห็นทั่วไปเช่น “Yes” และ “No” ไม่ควรเขียนโปรแกรมประเมินว่า “Y” เป็น “Yes” และตัวอื่นเป็น “No” และเพื่อป้องกันปัญหาในกรณีคำตอบมี มากกว่า 2 แบบ

5.2 การกดแป้นพิมพ์ครั้งเดียวในการป้อนข้อความเป็นสิ่งที่ยาก และสะดวกที่สุดแต่บางครั้งอาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์มากกว่าหนึ่งครั้ง เช่น ให้พิมพ์คำสั่ง

5.3 ความผิดพลาดระหว่าง 1 และ 1 หรือ 0 และ 0 ควรได้รับการยกเว้น

6 การตอบสนองและการเข้าใจความสนใจ

6.1 ควรใช้คำโต้ตอบกลับ (Feedback) ที่ซ้ำกันหลายๆ ครั้ง เช่น “WRONG, TRY AGAIN หรือ CORRECT

6.2 แสดงคำถาม-ตอบ ของผู้เรียนไว้ในจอเดียวกัน ก่อนการให้ใช้คำ feedback

6.3 หากให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้ง feedback ควรสั้น และไม่ควรให้เสียงต่างกัน นอกจากจะมีวัตถุประสงค์เฉพาะ

6.4 ลบคำเดิมก่อนที่ผู้เรียนจะพิมพ์คำตอบใหม่

6.5 พิจารณาการบอกใบ้(Hit) ถ้าสมควร โดยแสดงเป็นข้อความสั้นๆ

6.6 เทคนิคการต่อภาพ ต่อคำ ต่อโน้ตเพลง ควรนำมาใช้ในการ feedback

6.7 พยายามให้คำตอบที่ถูกต้องนั้นมีความสมบูรณ์มากที่สุด และถือว่าคำตอบผิด

6.8 เป็นโอกาสผู้เรียนได้คำอธิบายเนื้อหาที่ถูกต้อง มากกว่าที่จะเป็นอุปสรรคในการที่จะหยุดยั้งการเรียนรู้ให้

6.9 หากเป็นลักษณะการทำให้คะแนน ผู้ตอบควรที่จะเห็นบนจอว่าคะแนนของตนเองเป็นเท่าไร เพราะการได้เฉลยหรือรู้คำตอบทันทีจะทำให้ผู้เรียนสนุกสนาน

6.10 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นไม่ได้สร้างมา เพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเดาของผู้เรียนในการยกตัวอย่างหรือถามปัญหา ในโปรแกรมบทเรียนพยายามให้ผู้เรียนตอบโดยเฉพาะอาศัยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของเขา

2.11 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กนก จันทรทอง (2544. หน้า 73) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ครูผู้สอนหรือผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ มีประโยชน์ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. เป็นสื่อการสอนที่มีการสื่อสารแบบสองทาง
3. ส่งเสริมการร่วมกิจกรรมทุกรูปแบบ ที่มีการฟังบรรยาย การอ่านหนังสือ และกิจกรรมต่าง ๆ การฝึกหัดและการเรียนรู้ ทำแบบทดสอบตามที่กำหนดไว้
4. เป็นการนำสื่อประสมที่มีอักษรภาพและเสียงมาใช้อย่างกลมกลืน
5. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล มีความยืดหยุ่น สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ตลอดเวลา

6. ส่งเสริมการเรียนรู้เสริมของผู้เรียน
7. ส่งเสริมการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอน
8. แก้ปัญหาการสอนแบบตัวต่อตัว
9. แก้ปัญหาเนื้อหาที่มีความยากหรือซับซ้อนมาก
10. แก้ปัญหาขาดแคลนครูและการบริหารการเรียนการสอนของโรงเรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2542 : หน้า 12) กล่าวถึง ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน สามารถใช้เวลานอกเวลาเรียน ในการฝึกฝนทักษะ เพิ่มเติมความรู้ เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้อื่นได้ ดังนั้น ผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริม หรือทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียน โดยไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม

2. ผู้เรียนก็สามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก เช่น แทนที่จะต้องเดินทางมายังชั้นเรียนปกติ ผู้เรียนก็สามารถเรียนด้วยตนเองจากที่บ้านได้ นอกจากนี้ยังสามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ตามที่ต้องการ

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดี ถูกต้องตามหลักการออกแบบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียน ตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ว่า “Learning is Fun” หมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องที่สนุก

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2541:หน้า 361) กล่าวถึง ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดย CAI สามารถเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนในห้องเรียน นอกจากนี้ยังสามารถจดจำได้นาน

2. นักเรียนสามารถเรียนรู้เป็นรายบุคคล ทั้งนักเรียนที่เรียนช้าและนักเรียนที่เรียนเร็วรวมทั้งนักเรียนที่มีปัญหาพิเศษ เพราะคอมพิวเตอร์จะสามารถแนะนำเรียนที่เหมาะสมตามระดับความสามารถ

3. นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกวิชา และใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่า การเรียนในห้องเรียนที่มีครูสอน

4. นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้คอมพิวเตอร์และวิชาที่เรียน จากกรกล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์และคุณค่าต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล กระตุ้นการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน และประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน

ฮอล (Hall, 1988 p. 362) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ว่า

1. เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในด้านเวลาสอนลดลง ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับนักเรียนมีเวลาศึกษาตำรา และทำวิจัยช่วยพัฒนาทางวิชาการ และอื่น ๆ
2. เป็นการสอนที่มีแบบแผน สามารถตรวจสอบได้ และเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพสูงสำหรับนักเรียน
3. ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของนักเรียน ข้อมูลที่ได้จากนักเรียนนั้นจะได้นำมาปรับปรุงหลักสูตร
4. ลดเวลาในการเรียน
5. หลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถส่งเสริมการสอนได้

2.12 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 123 -124) ได้กล่าวว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ
2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการ
3. ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับที่ตนเองต้องการ
4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีเป็นการย้ำความเข้าใจและการเรียนรู้
5. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลาย ๆ เทคนิค
6. สามารถกระทำกิจกรรมที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ
7. เหมาะสมสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสียงอันตราย
8. เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง
9. คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ไม่มีความเหน็ดเหนื่อยไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2542 : 170 -171) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนตามเอกัตภาพ ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนควบคุมวิธีการเรียนด้วยตนเอง
2. มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ทันที บทเรียนมีสีสัน รูปร่างเคลื่อนไหว เสียงเร้าใจ ผู้เรียนรู้สึกตื่นเต้น ไม่เบื่อง่าย เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนซ้ำกี่ครั้งก็ได้ตามความต้องการ
3. เรียนเกิดการเรียนรู้และความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น แก้ปัญหาได้เร็วขึ้น เรียนรู้สิ่งที่ยากไปยาก ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเพราะต้องคอยแก้ปัญหาตลอดเวลา
4. ลดการสิ้นเปลืองเวลาของการเรียนลง สอนได้เร็วกว่าปกติและนำไปเรียนได้ทุกสถานที่ไม่ว่าที่โรงเรียนหรือที่บ้าน
5. ผู้เรียนจะต้องรู้บทเรียนจึงจะผ่านบทเรียนได้ ไม่สามารถพลิกดูคำตอบก่อน
6. ประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ
7. ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีหลักการคิดอย่างเป็นระบบ การทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องอาศัยระบบ จึงมีผลทำให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนและแก้ปัญหาตามต้องโปรแกรมที่วางไว้

ข้อจำกัดของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การเลือกใช้โปรแกรมที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องพิจารณาตามความเหมาะสมของศักยภาพของฮาร์ดแวร์ที่ใช้สร้าง และที่จะนำบทเรียนไปใช้
2. ต้องคำนึงถึงวุฒิภาวะของผู้เรียน
3. ผู้สร้างบทเรียนจะต้องมีประสบการณ์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง
5. ผู้เรียนขาดทักษะการทำงานเป็นทีม ขาดการปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน
6. ผู้เรียนและผู้เรียนต้องมีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจ

3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ หรือ ความพอใจ ตรงกับคำภาษาอังกฤษ ว่า “Satisfaction” ได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายความหมาย ดังนี้

กิติมา ปริติติก (2532, หน้า 321 - 322) ได้กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจ หรือมีเจตคติที่ดีของบุคคลที่ได้รับการกระทำนั้นๆ

แอปเปิลไวท์ (Applewhite, 1965, p. 60) ได้กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจเป็น ความรู้สึกส่วนตัวของบุคคลในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีความหมายกว้างรวมไปถึงความพึงพอใจ สภาพแวดล้อมทางกายภาพด้วย การมีความที่ทำงานร่วมกับผู้อื่นที่เข้ากันได้ มีทัศนคติที่ดีต่องาน ด้วยและมีความพึงพอใจกับสิ่งที่ได้รับ

กู๊ด (Good, 1973, p. 161) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพหรือระดับความพึงพอใจที่มีผลจากความสนใจ และเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

จากความหมายของความพึงพอใจ ที่มีผู้ให้ความหมายไว้ข้างต้น พอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนการสอน และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้นๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

3.2 การวัดความพึงพอใจ

เฮอริชเบอร์ก (Herzberg, 1959 p.113-115) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุทำให้เกิดความพึงพอใจ เรียกว่า The Motivation Hygiene Theory ทฤษฎีนี้ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำงานซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น ความสำเร็จของงาน การได้รับการยอมรับนับถือลักษณะของงาน ความรับผิดชอบ ความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน
2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในการทำงาน และหน้าที่ให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น เงินเดือน โอกาสที่จะก้าวหน้าในอนาคต สถานะของอาชีพ สภาพการทำงาน เป็นต้น

3.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ของ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546, หน้า 174-176) มีประเด็นหลักที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

1. ส่วนนำของบทเรียน สามารถสร้างความสนใจ มีข้อมูลพื้นฐานบทเรียนที่จำเป็นมีเส้นทางการเดินของบทเรียนที่เหมาะสม
2. ส่วนเนื้อหาสาระของบทเรียน โดยพิจารณาด้านความถูกต้อง ความสอดคล้องกับหลักสูตรความสัมพันธ์ต่อเนื่อง ความยาวและความยากง่ายที่เหมาะสม ความถูกต้องของการใช้ภาษา การสื่อความหมายชัดเจน ไม่ขัดต่อความมั่นคงของชาติ
3. ส่วนการออกแบบการเรียนการสอน ออกแบบด้วยการคิดเชิงตรรกะที่ดี พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่น สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ
4. ส่วนประกอบด้านวัสดุimediaการเรียนออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม ง่ายต่อการใช้ประกอบ ขนาด สี ตัวอักษร เสียง ดนตรี ชัดเจนและเหมาะสม บทเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถควบคุมเส้นทางการเดินของบทเรียน ให้ป้อนกลับผู้เรียนเหมาะสม
5. ส่วนประเมินการเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ความยากง่ายที่เหมาะสม ส่งเสริมทักษะการคิด การประยุกต์ใช้ หลากหลาย และมีปริมาณเพียงพอที่จะเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้ และสามารถประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

อินทรีรา ชูศรีทอง (2541) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง บทประยุกต์ พบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.88% 2) ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.77 3) ความคงทนในการเรียนรู้ทดสอบหลังเรียน 15 วัน คะแนนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 2.28 และทดสอบหลังเรียนจากการเรียน 30 วัน คะแนนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 3.22 เมื่อเทียบกับโค้งการจำลอง เอ็บบิงเฮาส์ ปรากฏว่า หลังจากการเรียนผ่านไป 15 วัน และ 30 วัน คะแนนความคงทนลดลงร้อยละ 75 และร้อยละ 79 ตามลำดับ 4) ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

เกศกมล ชีชีณู (2542) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า 1) ด้านการได้รับความสนใจจะมีคำแนะนำบทเรียนที่มีวัตถุประสงค์ จะนำเสนอจุดประสงค์นำทาง จุดประสงค์ปลายทาง โดยเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ต้องสั้นกระชับ ได้ใจความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย 3) ด้านการทบทวนความรู้เดิม มีการตอบคำถามอย่างสั้นๆ มีการสรุปเนื้อหาพร้อมภาพประกอบการทบทวน 4) ด้านการเสนอเนื้อหาใหม่ จะแบ่งเนื้อหาออกเป็นลำดับขั้น เรียงเนื้อหาจากง่ายไปสู่ยาก มีภาพประกอบคำอธิบายและมีการสรุปหลักเกณฑ์แต่ละเนื้อหาพร้อม 5) ด้านการชี้แนวทางการเรียนรู้ใช้การยกตัวอย่างด้วยการใช้ภาพประกอบและยกตัวอย่างเปรียบเทียบ 6) ด้านการกระตุ้นตอบสนอง ให้ผู้เรียนมีการโต้ตอบกับบทเรียนด้วยการพิมพ์ข้อความ การเลือกคลิกเมาส์ การจับคู่คำตอบ 7) ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ จะแสดงคำถามคำตอบบนเฟรมเดียวกันให้ข้อมูลย้อนกลับทันที มีคำอธิบายประกอบเมื่อผู้เรียนตอบผิดและมีการให้คะแนนหรือภาพบอกความใกล้ไกลจากเป้าหมาย 8) ด้านการทดสอบความรู้จะมีการทดสอบก่อนเรียนระหว่างเรียนและจบเรียนมีการแจ้งจุดประสงค์แก่ผู้เรียนก่อนการทดสอบระหว่างเรียนและจบบทเรียนมีการแจ้งจุดประสงค์แก่ผู้เรียนก่อนการทดสอบ และมีการทดสอบเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง 9) ด้านการจำและการนำไปใช้จะมีการแนะนำแหล่งข้อมูลที่นอกเหนือจากบทเรียนมีการสรุปประเด็นที่สำคัญหลังจากจบแต่ละเรื่องย่อยและมีการเสนอแนะตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ผ่านมามาใช้แก้ปัญหาได้

สมนึก การเกษ (2543) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1 บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพ 81.5% หรือมีประสิทธิภาพในระดับพอใช้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 86 3) ความคงทนในการเรียนของ นักเรียน โดยการทดสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์มีคะแนนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 11.86

ปิยะพร เพ็ญสุวรรณ (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสริมทักษะวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) เนื้อหาที่เป็นปัญหาในการเรียนการ สอนมากที่สุด คือเรื่องโจทย์ปัญหาการคูณการหาร 3) โปรแกรมความสามารถทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์มีปฏิสัมพันธ์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 4) ความคิดเห็นของครูผู้สอนกลุ่มทดลอง มีความคิดเห็นต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านการ ออกแบบและด้านการนำเสนอของโปรแกรมว่ามีความเหมาะสมในระดับมาก ส่วนความคิดเห็น ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคิดเห็นต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านการออกแบบและ ด้านการนำเสนอของโปรแกรมว่ามีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

เกรียงไกร ศรีชัยปัญหา (2544) ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนกับการสอนปกติ พบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การ บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนมีประสิทธิภาพ 93.46/87.87 2) นักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคงทนในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบ ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายสุรี อรรณเศรษฐินวงศ์ (2545) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียน เบญจมราชานุสรณ์ จังหวัดนนทบุรี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กว่ากลุ่มควบคุมและความคงทนของการเรียนรู้ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ.05 โดยกลุ่มทดลองมีความคงทนสูงกว่ากลุ่มควบคุม การศึกษาเจตคติ พบว่า

นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

แสงเดือน ชิงภูเขียว (2546) ได้ทำการวิจัย เรื่อง พัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณและการหาร จำนวนที่ตัวตั้งมีสองหลัก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนและศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.50/80.66 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผู้เรียนมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก

วิมลศรี ศาสตร์สกุล (2549) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 20 สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 ผลการศึกษา พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.83/85.00 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

ไพรด์ และลินดา เอริงค์ (Pride & Linda Ewing, 2004) ได้ทำการศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนโดยการบรรยายแบบเดิมในการพัฒนาการเรียนการสอนในวิทยาลัยสังคมนิคมภาคกลางตอนใต้ซึ่งทำการวิจัยโดยใช้เทคนิคการจับคู่เพื่อทดสอบความสามารถของผู้เรียนในการพัฒนาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) ศึกษาความแตกต่างทางความสามารถของผู้เรียนเมื่อเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและ ความสามารถของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้วิธีบรรยาย (2) ศึกษาอิทธิพลของเพศที่มีผลต่อความสามารถของผู้เรียน เมื่อเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเรียนโดยวิธีแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 32 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน ผลการวิจัย พบว่า คะแนนการสอบพีชคณิตเบื้องต้นเพื่อวัดความสามารถในวิชาพีชคณิต ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนโดยวิธีบรรยาย

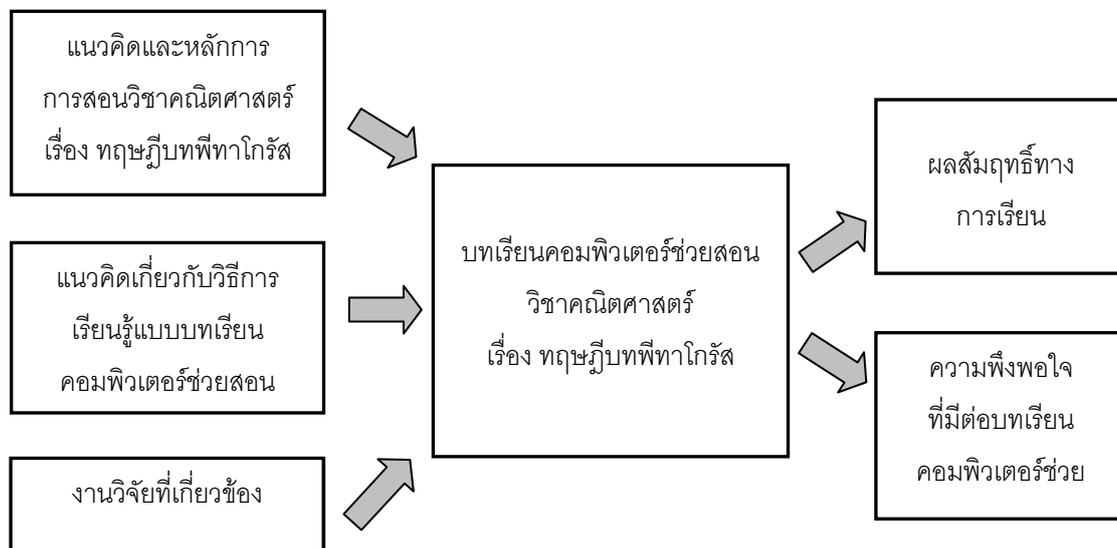
ไรท์ (Wright, 1984) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน สำหรับการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม โดยคัดเลือกประชากรจากโรงเรียนในรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกันมาก กลุ่มตัวอย่างแรกใช้เวลา 6 สัปดาห์ ในการเรียนซ่อมเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ในช่วงภาคฤดูร้อน

อีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่าการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการสอนแบบปกติเดิมๆ ในห้องเรียน

เมอร์ริตต์ (Meritt, 1983) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้และไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนขนาดกลาง โดยให้กลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มที่เรียนแบบปกติเป็นกลุ่มควบคุม โดยมีตัวแปรคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการวัดความคิดรวบยอด ความวิตกกังวล และเจตคติที่มีต่อครู การศึกษากำหนด ความแตกต่างตามเพศและระดับชั้นโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 จำนวน 144 คน ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในด้านการอ่านและการคำนวณ นักเรียนเกรด 6 และนักเรียนชาย - หญิง เกรด 7 มีความคิดรวบยอดด้วยตนเอง ความวิตกกังวลและเจตคติที่มีต่อครูไม่แตกต่างกัน แต่ในตัวแปรนี้มีนักเรียนชายเกรด 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนับว่า เป็นผลดีในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อันส่งผลให้การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย