

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้ ผู้สอนได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ
การดำเนินการนำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2
 - 1.1 จุดประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประถมศึกษาปีที่ 6
พุทธศักราช 2544
 - 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ประถมศึกษาปีที่ 6 ช่วงชั้นที่ 2
 - 1.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ประถมศึกษาปีที่ 6 ช่วงชั้นที่ 2
 - 1.4 การจัดหน่วยการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ประถมศึกษาปีที่ 6 ช่วงชั้นที่ 2
2. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายคณิตศาสตร์
 - 2.2 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.3 หลักจิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.4 หลักการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.5 รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์
3. รูปสี่เหลี่ยม
4. หลักการและทฤษฎีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.3 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์
 - 4.5 ขั้นตอนการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.6 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.7 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน

6. ความคงทนในการเรียนรู้
7. ความพึงพอใจในการเรียนรู้
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2

1.1 จุดประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดให้คณิตศาสตร์อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดการคำนวณ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ดังนั้นเมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6) ควรมีความสมดุล ดังนี้

1.1.1 มีความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมและร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และสร้างใจหายได้

1.1.2 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ของจำนวนพร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

1.1.3 มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับความยาวระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุสามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้ถูกต้องและเหมาะสมและนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

1.1.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของรูปเรขาคณิต หนึ่งมิติ สองมิติและสามมิติ

1.1.5 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้

1.1.6 สามารถวิเคราะห์ สถานการณ์หรือปัญหา พร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและแก้สมการได้

1.1.7 เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิต่าง ๆ สามารถอภิปราย ประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิตารางและกราฟ รวมทั้งใช้ความรู้ เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้น ในการอภิปรายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

1.1.8 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นได้แก่ความสามารถในการ แก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การมีวามคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

1.2 มาตรฐานการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ช่วงชั้นที่ 2)

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการ ใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและ ความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับ จำนวนไปใช้ได้

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 : ใช้การนึ่งภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายวิเคราะห์แบบรูป (pattim) ความสัมพันธ์ และ พังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ 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 : มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 : มีการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ช่วงชั้นที่ 2)

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์พื้นฐาน และสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้ได้ ในสาระเกี่ยวกับ

1.3.1 จำนวนนับและศูนย์ สมบัติของจำนวนนับและศูนย์

จำนวนนับและศูนย์ ค่าประจำหลัก การเขียนในรูปการกระจายการเรียงลำดับจำนวน การหาค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ เต็มร้อย สมบัติของจำนวนนับและศูนย์ การนำความสัมพันธ์ของจำนวนนับ ศูนย์ และการประมาณไปใช้ในการแก้ปัญหา การบวก การลบ การคูณ การหาร และตัวประกอบของจำนวนนับ

1.3.2 เศษส่วน การทำเศษส่วนให้ตัวส่วนมีค่าตามกำหนด และเศษส่วนอย่างต่ำ การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วน การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน และโจทย์ปัญหาเศษส่วน การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน และโจทย์ปัญหาระคน

1.3.3 ทศนิยม ทศนิยมที่ไม่เกินสองตำแหน่ง ความหมายของทศนิยม การเขียน และการอ่านทศนิยม ค่าประจำหลัก การเขียนในรูปกระจาย การเปรียบเทียบทศนิยมและการใช้เครื่องหมาย = [] > < การเรียงลำดับ การแปลงทศนิยมให้อยู่ในรูปทศนิยม การประมาณ ค่าใกล้เคียง การบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม การบวก การลบ การคูณ การหาร ระคนทศนิยม และโจทย์ปัญหา

1.3.4 ร้อยละ ความหมายของร้อยละ ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วน ทศนิยม ร้อยละการหาค่าเศษส่วนของจำนวนนับและการหาค่าร้อยละ โจทย์ปัญหา การคูณ การหาร และการประยุกต์

1.3.5 การวัด

การหาพื้นที่และความยาวของเส้นรอบรูป

- 1) การหาความยาวของเส้นรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม และการแก้โจทย์ปัญหา
- 2) การหาความยาวของเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม และการแก้โจทย์ปัญหา
- 3) การวัดขนาดของมุมเป็นองศา
- 4) การหาปริมาตรและความจุ ปริมาตร ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และการแก้โจทย์ปัญหา
- 5) ทิศและแผนผัง การบอกตำแหน่ง มาตราส่วน การอ่าน การเขียน แผนผังและการแก้โจทย์ปัญหา

1.3.6 รูปเรขาคณิต

ชนิดของรูปเรขาคณิต ลูกบาศก์ การประดิษฐ์รูปเรขาคณิตตามมิติ มุมและ ส่วนของเส้นตรง รูปสี่เหลี่ยม สมบัติของเส้นทแยงมุมและรูปสี่เหลี่ยม การสร้างรูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม รูปวงกลม เส้นขนาน

1.3.7 สมการและการแก้สมการ

ความหมายของสมการ สมการที่เป็นจริง สมการที่มีตัวไม่ทราบค่า คำตอบของสมการ สมบัติการเท่ากัน การแก้สมการและการนำไปใช้

1.3.8 สถิติและความน่าจะเป็น

สถิติเบื้องต้นและการวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บข้อมูล การจำแนกข้อมูล การอ่านและการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ การอ่านและการเขียนกราฟเส้น การอ่านแผนภูมิวงกลม

ความน่าจะเป็นเบื้องต้น โอกาสและเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นแน่นอน หรือ อาจจะไม่เกิดขึ้นหรือเป็นไปได้

1.4 การจัดหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ช่วงชั้นที่ 2)

- 1.4.1 จำนวนนับและการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ
- 1.4.2 สมการและการแก้สมการ
- 1.4.3 ตัวประกอบของจำนวนนับ
- 1.4.4 มุมและส่วนของเส้นตรง
- 1.4.5 เส้นขนาน
- 1.4.6 ทิศและแผนผัง
- 1.4.7 เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน
- 1.4.8 ทศนิยม
- 1.4.9 การบวก การลบ การคูณ ทศนิยม
- 1.4.10 การหารทศนิยม
- 1.4.11 รูปสี่เหลี่ยม
- 1.4.12 รูปวงกลม
- 1.4.13 บทประยุกต์
- 1.4.14 รูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 1.4.15 สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

2. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 (ราชบัณฑิตยสถาน. 2525: 162)ให้ความหมายไว้ว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ” ซึ่งเมื่อพิจารณาความหมายนี้แล้ว จะทำให้เรามองคณิตศาสตร์อย่างคร่าว ๆ ยังไม่ครอบคลุมถึงขอบข่ายคณิตศาสตร์ที่เราอมรับในปัจจุบัน

พิสมัย ศรีอำไพ (2533 : 1-2) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไว้หลายประการ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์ เป็น การศึกษาถึงกระสวนความสัมพันธ์(Mathematics is a study and Relationships) เด็กๆ ต้องการที่จะมองเห็นกระสวนและความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดเชิงคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรชี้ให้เด็กเห็นว่าแนวความคิดอันหนึ่งเหมือนหรือแตกต่างกับแนวความคิดอีกอันหนึ่งอย่างไร ตัวอย่างเช่น จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงเบื้องต้น $3 + 2 = 3$ และ $5 - 3$ เท่ากับ 2 อย่างไร เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะมองเห็น ความเหมือนหรือแตกต่างกันในเรื่องการคูณเลขเศษส่วนและการคูณเลขจำนวนเต็มอย่างไร

2. คณิตศาสตร์เป็นวิถีทางของการคิด (Mathematics is a Way of Thinking) คณิตศาสตร์ช่วยให้เรามีกลยุทธ์ในการจัดการวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ข้อมูล กล่าวโดยทั่วไปแล้วคนเราใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน ตัวอย่างเช่น บางคนใช้ตารางบันทึกข้อมูลเปรียบเทียบรายรับรายจ่ายของครอบครัว

3. คณิตศาสตร์ เป็นศิลปะ (Mathematics is an Art) เด็กหลายคนนึกถึงคณิตศาสตร์ว่าเป็นสิ่งที่ทำให้สับสน และเป็นทักษะที่ต้องจำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแนวโน้มในการพัฒนาทักษะที่ต้องทำคณิตศาสตร์ ซึ่งเรากล่าวว่าเด็กต้องการคำแนะนำ เพื่อให้เขาตระหนักถึงความซาบซึ้ง ความงดงาม และความต่อเนื่องของคณิตศาสตร์

4. คณิตศาสตร์เป็นภาษา (Mathematics is Language)คณิตศาสตร์ถือเป็นภาษาสากล เพราะคนทั่วโลกสามารถเข้าใจประโยคคณิตศาสตร์ได้ตรงกันเช่น $5 + 3 = 8$ ไม่ว่าจะเป็นคนชาติใด ภาษาใด อ่านประโยคนี้ก็เข้าใจตรงกันในการปฏิบัติ (Practical Problem) คณิตศาสตร์มีประโยชน์ทุกวิชาชีพ ดังที่มีคำกล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นตัวกรอง (Critical Fitter) ที่สำคัญที่เข้าสู่หลายๆ อาชีพ

สรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด มีโครงสร้างแสดงความเป็นเหตุเป็นผลกันและและใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล มีความคิดริเริ่ม ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2.2 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

โสภณ บำรุงสงค์และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 : 22 - 23) ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญๆ ไว้ 3 ทฤษฎีใหญ่ๆ คือ

1. ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) เน้นในเรื่องการฝึกฝนให้ทำแบบฝึกหัดมากๆ จนกว่านักเรียนจะเกิดความเคยชินนั้น เพราะเชื่อว่าวิธีการดังกล่าวทำให้

ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์ได้ การฝึกฝนมีความจำเป็นในการสอนคณิตศาสตร์เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาทักษะแต่ยังมีข้อบกพร่องอยู่หลายประการ คือ

1.1 เป็นทฤษฎีที่นักเรียนจะต้องจำกฎเกณฑ์ สูตร ซึ่งยากสำหรับเด็กนักเรียน

1.2 นักเรียนไม่อาจจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วได้

1.3 นักเรียนจะขาดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน เป็นเหตุทำให้เกิดความลำบากสับสนในการคิดคำนวณ แก้ปัญหา และลืมสิ่งที่เรียนได้ง่าย

2. ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้โดยบังเอิญ (Incidental Learning Theory) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า นักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อนักเรียนเกิดความต้องการหรืออยากรู้อะไรเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วเหตุการณ์จะเกิดขึ้นไม่บ่อยนัก ดังนั้นทฤษฎีจะใช้ได้เป็นครั้งคราว เมื่อมีเหตุการณ์ที่เหมาะสมและเป็นข้อสนใจของนักเรียนเท่านั้น

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) เน้นการคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของนักเรียน เป็นหัวใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีความเชื่อว่านักเรียนจะเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อได้เรียนสิ่งที่มีความหมายต่อนักเรียนเองและเป็นเรื่องที่นักเรียนได้พบเห็นและปฏิบัติในสังคมประจำวันของนักเรียน ในการสอนตามทฤษฎีแห่งความหมาย มีข้อเสนอแนะดังนี้

3.1 การสอนเรื่องใหม่ในแต่ละครั้ง ควรใช้ของจริงประกอบการสอน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นขั้นตอนต่าง ๆ อย่างแจ่มแจ้ง

3.2 ให้ออกสันักเรียนได้แสดงวิธีการคิดคำนวณของนักเรียนเอง และควรให้นักเรียนชี้ให้เห็นความยาก ตลอดจนข้อแตกต่างระหว่างเรื่องที่เรียนใหม่กับเรื่องที่เรียนมาแล้ว

3.3 ให้นักเรียนได้ใช้ความพยายามของตนเองในการค้นหาคำตอบ โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือในการคิด

3.4 ควรใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบการสอนในขั้นตอนต่าง ๆ

3.5 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนใหม่ พร้อมทั้งอธิบายถึงวิธีการคิดคำนวณและวิธีการตรวจคำตอบด้วย

3.6 การฝึกฝนให้เกิดทักษะนั้นเป็นสิ่งที่ต้องทำ แต่ควรฝึกหลังจากที่นักเรียนเข้าใจวิธีนั้น ๆ อย่างดีแล้ว

3.7 ควรสอนซ้ำในเรียนที่นักเรียนไม่เข้าใจจนกว่านักเรียนจะเข้าใจและทำได้ถูกต้อง

3.8 ควรให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวัน

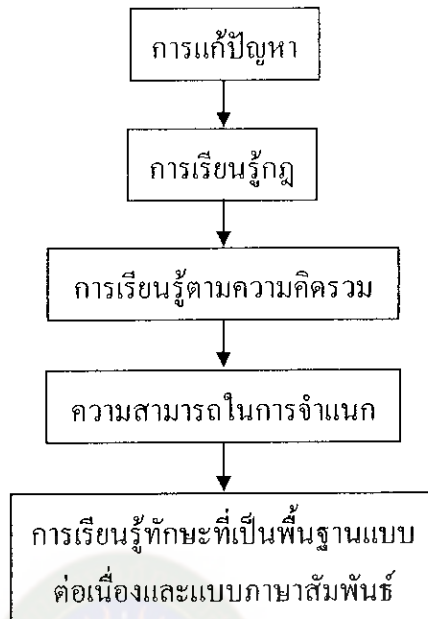
3.9 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอยู่เสมอ เพื่อเป็นการฝึกทักษะในเรื่องที่เรียนมาแล้ว

จากการค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปรากฏว่าทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) นักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 2

จากทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้รับความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นไปนั้น ต้องนำทฤษฎีดังกล่าวขึ้นมาใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน

2.3 หลักจิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์

กาเย่ (Gagne. 1975 : 33 - 34) เป็นนักจิตวิทยาเขากล่าวถึงการเรียนรู้ของเด็กในวัยประถมศึกษาว่าผู้เรียนจะบรรลุถึงวัตถุประสงค์ปลายทางได้ ต้องบรรลุจุดประสงค์ย่อยเสียก่อน และแบ่งขั้นตอนการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง การเรียนรู้แบบภาษาสัมพันธ์ การจำแนกการเรียนรู้แนวความคิดการเรียนรู้กฎ และการแก้ปัญหาการสอนที่มีการจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ที่ดีแล้ว ย่อมมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดประเมินผลในชั้นเรียน กาเย่ (Gagne) เชื่อว่า การเรียนรู้แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ นั้น การเรียนรู้แต่ละชนิดย่อมต้องการเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพเบื้องต้นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้แต่ละชนิด และแต่ละชนิดย่อยๆ เหล่านี้ ยังเรียงลำดับได้ตามความซับซ้อนของการใช้ความคิดและความสัมพันธ์ในลักษณะที่ทักษะที่ซับซ้อนกว่าการอาศัยเรียนรู้ทักษะที่ง่ายก่อน ลำดับขั้นของทักษะการเรียนรู้ของกาเย่ แสดงได้ ดังแผนภูมิ 1



ภาพประกอบที่ 1 ลำดับขั้นของทักษะการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Gagne
(ฉวีวรรณ กิรติกร. 2527 : 47 - 48)

จากแผนภูมิจะเห็นว่ากาเย่ ได้เสนอแนวคิด 4 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้พื้นฐาน ผู้สอนต้องถามตนเองอยู่เสมอว่า ผู้เรียนต้องมีความรู้หรือทักษะอะไรก่อนที่จะเป็นพื้นฐานครั้งแรก
2. เงื่อนไขการเรียนรู้มี 8 ชนิด
 - 2.1 การเรียนรู้ที่ง่ายที่สุดเกิดจากรมณและความรู้สึกขึ้นมาเอง
 - 2.2 การเรียนรู้ที่เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนองเกิดจากระบบประสาทของสภาพร่างกายและจิตใจ ที่พร้อมต่อการตอบสนองต่อสำผัสหรือสิ่งเร้า
 - 2.3 การเรียนรู้แบบลูกโซ่ที่เชื่อมโยงการเรียนรู้แบบต่างๆ เข้าด้วยกัน
 - 2.4 การเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานสำคัญของคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถควบคุม
 - 2.5 ผู้เรียนสามารถจำแนกความแตกต่างของสิ่งที่คล้ายกัน เช่น ลักษณะที่ใกล้เคียงกัน มีความพร้อมที่จะเรียนรู้ความคิดรวบยอด มีความคิดเชิงรูปธรรม เช่น เห็นได้ จับต้องได้ สัมผัสได้
 - 2.6 ความสามารถในการนิยามความหมายของความหมายของคำศัพท์ เหตุการณ์และความสัมพันธ์ที่เป็นข้อความสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน บอกถึงความแตกต่างไม่แตกต่างกัน

2.7 การเรียนรู้กฎหรือหลักการ ผู้เรียนสามารถรวบรวมแนวคิดต่าง ๆ จัดทำเป็นกฎเกณฑ์ หลักการ หรือทฤษฎีได้ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดตั้งแต่ 2 แนวขึ้นไป

2.8 ชั้นแก้ปัญหา ชั้นนี้จะต้องใช้กฎหรือหลักการหลายๆ อย่างมาโยงความสัมพันธ์ หรือวิเคราะห์เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำเอาหลักการต่าง ๆ ใช้แก้ปัญหาได้

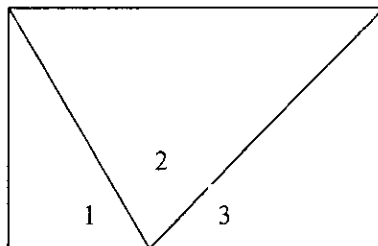
3. สภาพการเก็บรักษาความรู้ นั้น ๆ ไว้ได้อย่างถาวร ถ้าสิ่งที่เรียนมีคุณค่าต่อผู้เรียนและผู้เรียนมีความศรัทธาในตัวผู้เรียนเอง ตลอดจนผู้เรียนมีความมั่นใจในความรู้ความจริงที่เกิดขึ้น ย่อมจะสามารถเก็บรักษาความรู้ นั้นไว้ได้อย่างถาวร

4. จัดลำดับขั้นของพฤติกรรมที่ผู้เรียนครบถ้วน และแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนได้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

2.4 หลักการสอนคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 110 - 111) ได้เสนอแนะหลักการสอนคณิตศาสตร์ว่าควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม เช่น ครูต้องการสอนความคิดรวบยอดของ ห้า ครูหยิบส้มมา 5 ผล ให้นักเรียนนับพร้อมกับการเขียนสัญลักษณ์ 5 หรือครูต้องการสอนทฤษฎีเกี่ยวกับผลบวกของมุมภายในทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ แล้วพับมุมทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมาจกดกันที่ฐาน นักเรียนจะเห็นผลบวกของมุมทั้งสามเท่ากับ 180 องศา (ดังภาพ)



$$\text{จากรูปจะเห็นว่ามุม } \hat{1} + \hat{2} + \hat{3} = 180^\circ$$

ภาพประกอบที่ 2 การสอนเรื่องผลบวกของมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ

2. สอนจากสิ่งที่ใกล้ตัวนักเรียนก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัวนักเรียน เช่น การคะเนความยาว ครูควรให้นักเรียนคะเนความยาวของคินสอที่นักเรียนใช้ ความยาวของโต๊ะ นักเรียนก่อนการคาดคะเนความกว้างและความยาวของห้องเรียน ตามลำดับ

3. สอนจากเรื่องที่ยากก่อนการสอนเรื่องที่ยาก เช่น สอนการบวกก่อน การคูณ การแก้สมการตัวแปรเดียวก่อนการแก้สมการสองตัวแปร

4. สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน เช่น การสอนเรื่องรูปวงกลม ครูจะสอนเกี่ยวกับจุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด รูปทั่วไปของสมการวงกลม แทนที่จะกล่าวถึงโฟกัสของวงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา

5. สอนให้คิดไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล โดยขั้นตอนที่กำลังทำเป็นผลมาจากขั้นตอนก่อนหน้านั้น เช่น จงแก้สมการ $3X - 5 = 7$

$$3X - 5 = 7$$

$$\text{ขั้นที่ 1} \quad 3X - 5 + 5 = 7 + 5 \quad (\text{นำ } 5 \text{ มาบวกเข้าทั้งสองข้าง})$$

$$\text{ขั้นที่ 2} \quad 3X = 12$$

$$\text{ขั้นที่ 3} \quad \frac{3X}{3} = \frac{12}{3} \quad (\text{นำ } 3 \text{ หารทั้งสองข้าง})$$

$$\text{ดังนั้น } X = 4$$

นอกจากนั้นนักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้โดยการนำค่าของ X ซึ่งเท่ากับ 4 ไปแทนลงในการ $3X - 5$ และคำตอบที่ได้เท่ากับ 7 จริง

6. สอนด้วยอารมณ์ขัน ทำให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลินโดยครูอาจใช้ เกมปริศนา เพลง

7. สอนด้วยหลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้กับนักเรียน โดยการใช้คำพูด เช่น ดีมาก ทำได้ถูกต้องแล้ว ลองคิดอีกวิธีหนึ่งดูซิ

8. สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เช่น วิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนของแมลงหวี่ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เรื่องเลขยกกำลัง เพราะจำนวนแมลงหวี่มีคำตอบอยู่ในรูปของเลขยกกำลัง

2.5 รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2531 : 12-13) ได้เสนอแนวการสอนคณิตศาสตร์ โดยควรจัดประสบการณ์ให้เด็กดังนี้

1. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม เป็นประสบการณ์ที่นักเรียนได้กระทำกับวัตถุควบคู่ไปกับสัญลักษณ์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นว่าสัญลักษณ์นั้นมีความหมาย ตัวอย่างเช่น สัญลักษณ์ คือ $4 + 2 = 6$ นักเรียนหาคำตอบด้วยการหยิบดินสอ 4 แท่ง แล้วหยิบเพิ่มอีก 2 แท่ง นับรวมกันได้เป็น 6 แท่ง

2. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นกึ่งรูปธรรม เป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้รับสิ่งเร้าทางสายตาควบคู่ไปกับสัญลักษณ์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนทราบว่าสัญลักษณ์นั้นมีความหมาย นักเรียนไม่ต้องกระทำกับวัตถุ แต่สังเกตหรือดูภาพของวัตถุ ตัวอย่าง เช่น ดูภายในหนังสือเรียน ดูการสาธิตของครู หรือดูภาพยนตร์ ดูโทรทัศน์ ดูเพื่อเขียนแผนผัง เป็นต้น ประสบการณ์กึ่งรูปธรรมแสดงให้เห็นได้ดังนี้ คือ เมื่อนักเรียนต้องการหาคำตอบของ $4 + 2 = 6$ นักเรียนใช้วิธีหาคำตอบ การดูจากภาพในหนังสือเรียน แล้วเขียนวงกลมล้อมรอบภายในหนังสือเพื่อแสดงจำนวนที่ต้องการ คือ 4 และ 2 รวมกันทั้งหมดได้เป็น 6

กรมวิชาการ (2545 ก : 20-21) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาไว้ว่า ควรจัดเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมที่ต้องการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ถ้าผู้เรียนยังไม่มีพื้นฐานความรู้เรื่องใด ควรจัดสอนทบทวนก่อน

2. สอนเนื้อหาใหม่ โดยพิจารณาจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน กิจกรรมอาจจัดโดยใช้ของจริงหรือใช้รูปภาพ ก่อนจะเชื่อมโยงกับการใช้สัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์

3. ฝึกทักษะ เมื่อผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนใหม่แล้ว ควรจัดให้ฝึกทักษะ โดยใช้โจทย์แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน บัตรงาน หรือโจทย์ที่ครูสร้างขึ้นเอง โจทย์ที่นำมาฝึกทักษะควรเป็นทั้งโจทย์ที่เน้นเฉพาะทักษะการคิดคำนวณ และโจทย์ปัญหาควรเป็นโจทย์ที่มีความยากง่ายพอเหมาะ สำหรับโจทย์ข้อที่ยากควรให้เป็นปัญหาชวนคิดที่ผู้เรียนอาจทำหรือไม่ทำก็ได้ ในการฝึกทักษะครูควรพิจารณาปริมาณของงานที่จะให้ผู้เรียนทำการบ้านด้วย และสำหรับผู้เรียนที่ทำแบบฝึกหัดเพียงเล็กน้อย ครูพิจารณาให้ผู้เรียนแก้ไขข้อผิดพลาดในข้อที่ทำผิดนั้น ๆ โดยไม่ต้องแก้ไขใหม่ทั้งข้อ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

4. การประเมินผล การทดสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่สอน ไปหรือไม่นั้น ครูอาจทดสอบโดยให้ผู้เรียนปฏิบัติหรืออาจใช้ข้อสอบก็ได้ ทั้งนี้ให้พิจารณาตามความเหมาะสมของเนื้อหา ในกรณีที่ทดสอบโดยใช้ข้อสอบครู ควรสร้างข้อสอบให้วัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาจศึกษาแนวในการสร้างข้อสอบในหนังสือคู่มือครู ข้อสอบควรมีความยาก

ง่าย ปานกลาง ทั้งนี้เพราะจุดประสงค์ในการวัดเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วหรือไม่ ไม่ได้ต้องการทดสอบเพื่อวัดความเก่งของนักเรียน

5. การซ่อมเสริม ในกรณีที่ผู้เรียนสอบไม่ผ่านตามเกณฑ์การประเมินผลรายจุดประสงค์ครูต้องจัดการสอนซ่อมเสริมสำหรับจุดประสงค์ที่ไม่ผ่านเท่านั้น โดยจะต้องวิเคราะห์จากการทำข้อสอบของผู้เรียนว่า สาเหตุที่ผู้เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์เป็นเพราะเหตุใดบ้าง สำหรับวิธีสอนซ่อมเสริมนั้นทำได้หลายวิธี ครูควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสมกับสาเหตุที่ผู้เรียนสอบไม่ผ่าน

3. รูปสี่เหลี่ยม

สมนึก กัททิยธนี (2547 : 168-173) ได้เรียงลำดับการสอนเรื่องรูปสี่เหลี่ยม ทั้ง 7 ชนิด และเสนอรายละเอียดแต่ละชนิด ดังนี้

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

- 1.1 มีด้านยาวเท่ากันทั้ง 4 ด้าน และมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก
- 1.2 เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
- 1.3 เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก
- 1.4 มีแกนสมมาตร 4 แกน

2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

- 2.1 ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน 2 คู่ และมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก
- 2.2 เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
- 2.3 มีแกนสมมาตร 2 แกน (เส้นทแยงมุมไม่ได้เป็นแกนสมมาตร)

3. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

- 3.1 มีด้านยาวเท่ากันทั้ง 4 ด้าน และมุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก
- 3.2 เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
- 3.3 เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก
- 3.4 มีแกนสมมาตร 2 แกน

4. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

- 4.1 ด้านตรงกันข้ามยาวเท่ากัน 2 คู่ และมุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก โดยมุมตรงกันข้ามเท่ากัน 2 คู่
- 4.2 เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน

4.3 ไม่มีแกนสมมาตร เพราะไม่เป็นรูปสมมาตร

5. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

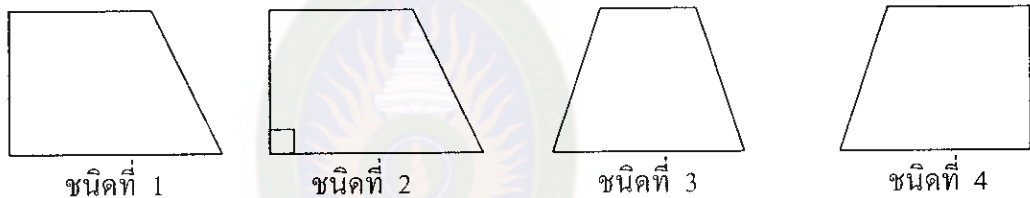
5.1 ด้านประชิดยาวเท่ากัน 2 คู่ และมุมตรงกันข้ามที่เกิดจากด้านประชิดที่ไม่เท่ากันจะเท่ากัน

5.2 เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก

5.3 มีแกนสมมาตร 1 แกน

6. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

6.1 ด้านขนานกัน 1 คู่ แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังรูป (ชนิดที่ 4 มักจะไม่ปรากฏให้เห็นในเอกสาร ตำราหรือในหนังสือแบบฝึกหัด ซึ่งเคยกล่าวอย่างละเอียดในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 บทที่ 11 : รูปสี่เหลี่ยม)



ภาพประกอบที่ 3 ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม

6.2 เส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน (ยกเว้นชนิดที่ 3) และ เส้นทแยงมุมเส้นหนึ่งไม่แบ่งครึ่งอีกเส้นหนึ่ง

6.3 ไม่มีแกนสมมาตร เพราะไม่เป็นรูปสมมาตร (ยกเว้นชนิดที่ 3)

7. รูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า

7.1 ด้านตรงกันข้ามไม่ขนานกัน และยาวไม่เท่ากันทั้ง 4 ด้าน (อาจยาวเท่ากัน 3 ด้าน หรือ 2 ด้าน)

4. หลักการและทฤษฎีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) มีผู้ให้ความหมายดังนี้

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206 - 207) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดและการวัดผลนักเรียนแต่ละคนจะขึ้นอยู่กับ ไมโครคอมพิวเตอร์เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นๆ ขึ้นบนจอ

ยี่น ภู่วรรณ (2531 : 120) กล่าวถึง ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน

ชนิษฐา ชานนท์ (2532 : 7-8) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งมักเรียกว่า (Course - ware) ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์สามารถเสนอเนื้อหาซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือ และภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 123) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคลโดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน นิยมใช้ตัวย่อเป็นCAI

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 : 3) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นสื่อการศึกษายุคใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากและยังมีข้อได้เปรียบเหนือสิ่งอื่น ๆ ด้วยกันหลายประการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นสื่อการศึกษาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้นในแวดวงครู อาจารย์ และนักศึกษาในปัจจุบัน

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 124) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในการศึกษาในลักษณะของการนำเสนอการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ โดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและแบบทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือและภาพกราฟิก สามารถถามคำถามรับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

สมนึก การเกษ (2543 : 13) เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนและบันทึกความก้าวหน้าของผู้เรียน เป็นการศึกษารายบุคคลตาม ความรู้ความสามารถ

โอริเลีย (Orilia. 1986 : 168) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ ซอฟแวร์ ที่ถูกสร้างขึ้นให้มีการโต้ตอบระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนเพื่อช่วยในการเรียนการสอน

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2546 - 4) สรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Courseware) หมายถึง โปรแกรมการเรียนการสอนที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็น เครื่องมือช่วยในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความมุ่งหมายของรายวิชาอย่างมี ประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ (CAI หรือ Computer Courseware) นี้มีกลุ่มคำที่มีความหมายคล้ายกันอีกหลายคำ เช่น

1. Computer - Assisted Education
2. Computer - Assisted Learning
3. Computer - Aided Teaching
4. Computer - Administration Education
5. Computer Based Instruction
6. Computer - Assisted Teaching and Learning

กลุ่มคำดังกล่าว มีความหมายกว้างๆ คล้ายกันคือ การนำเนื้อหาวิชาและลำดับ วิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ สำหรับสอนโดยให้เครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ได้โต้ตอบกัน โดยไม่ต้องอาศัยบุคคลที่สามหรือผู้สอนเข้ามาช่วยโดยตรง คอมพิวเตอร์ เปรียบเสมือนสื่อการเรียนการสอนที่สามารถซ่อนคำตอบและค้นหาคำตอบได้ดีกว่าสื่ออื่น ๆ

สรานู ปรีสุทธิกุล (2548 :1) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI (Computer Aided Instruction) หมายถึงการนำเอา คอมพิวเตอร์มาช่วยในกระบวนการเรียนการสอน โดยมีโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับเนื้อหา นั้น ๆ โดยผู้พัฒนาโปรแกรม หรือผู้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ออกแบบวิธีการสอนที่ เหมาะสมเข้าไปในกิจกรรมการเรียน โดยนำทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาเข้ามาประยุกต์ และมีการ สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถ ของแต่ละบุคคล จนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน

จากความหมายต่าง ๆ สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดและ

การวัดผล ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะช่วยจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ นำข้อมูลที่บันทึกเก็บไว้มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน และมีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

4.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบโครงสร้างหรือลำดับของการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทหนึ่งๆ นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สร้างจะต้องพิจารณาถึงหลักเกณฑ์ในการออกแบบซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทฤษฎีหลักๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และส่งผลกระทบต่อแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (behavior) ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognovits) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility) แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง (Linear) จะอาศัยแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมเป็นพื้นฐานในการออกแบบ (ถนอมพร เลาทจรัสแสง. 2541 : 4)

ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (behaviorism) เป็นทฤษฎีซึ่งเชื่อว่า จิตวิทยาเป็นเสมือนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของพฤติกรรมมนุษย์ (Scientific Study of Human Behavior) และการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก นอกจากนี้ยังมีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimuli and Response) ซึ่งเชื่อว่าการตอบสนองกับสิ่งเร้าของมนุษย์จะเกิดขึ้นควบคู่กันในช่วงเวลาที่เหมาะสม นอกจากนั้นเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นพฤติกรรมแบบแสดงอาการกระทำ (Operant Conditioning) ซึ่งมีการเสริมแรง (Reinforcement) เป็นตัวการโดยทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้จะไม่พูดถึงความนึกคิดภายในของมนุษย์ ความทรงจำ ภาพ ความรู้สึก โดยถือว่าคำเหล่านี้เป็นคำต้องห้าม (Taboo) ซึ่งทฤษฎีนี้ส่งผลต่อ การสอนที่สำคัญในยุคนั้น ในลักษณะที่การเรียนเป็นชุดของพฤติกรรม ซึ่งจะต้องเกิดขึ้นตามลำดับที่แน่ชัด การที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์ได้นั้นจะต้องมีการเรียนตามขั้นตอนเป็นวัตถุประสงค์ไป ผลที่ได้จากการเรียนขั้นแรกนี้จะเป็นพื้นฐานของการเรียนในขั้นต่อไป ในที่สุด

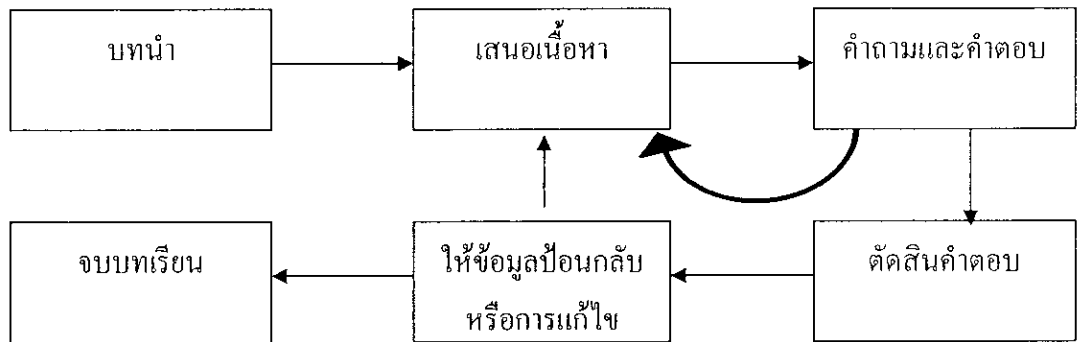
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิงเส้นตรง (Linear) โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่เหมือนกันและตายตัว ซึ่งเป็นลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่าเป็นลำดับการสอนที่ดีและผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนั้นจะมีการ

ตั้งคำถามให้ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ โดยหากผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการตอบสนองในรูปผลป้อนกลับทางบวกหรือรางวัล (Reward) ในทางตรงกันข้ามหากผู้เรียนตอบผิดก็จะได้รับการตอบสนองในรูปของผลป้อนกลับในทางลบและคำอธิบายหรือการลงโทษ (Punishment) ซึ่งเป็นผลป้อนกลับนี้ถือว่าการเสริมแรงเพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมจะบังคับให้ผู้เรียนผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์เสียก่อน จึงจะสามารถผ่านไปศึกษาต่อขงเนื้อหาของวัตถุประสงค์ต่อไปได้ หากไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ผู้เรียนจะต้องกลับไปศึกษาในเนื้อหาเดิมอีกจนกว่าจะผ่านการประเมิน

4.3 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

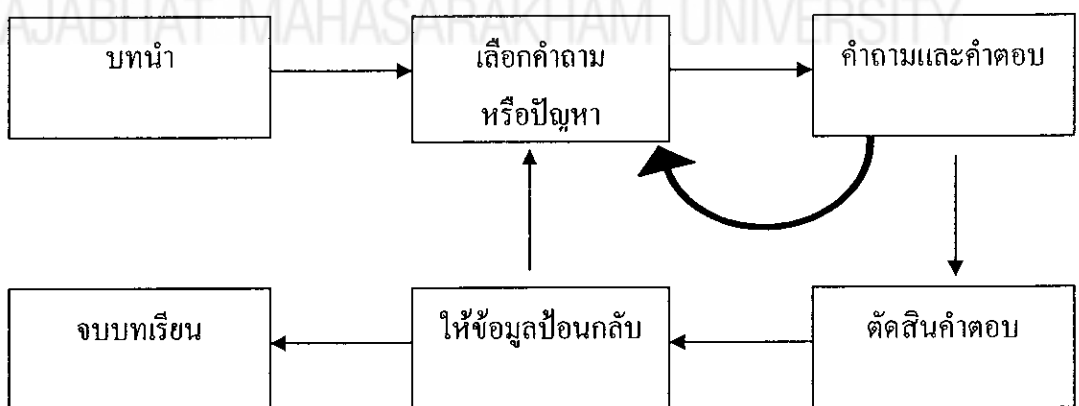
กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 245-248) ได้จำแนกรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

1. การสอน (Tutorial Instruction) บทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกันแล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทเรียนนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนการสอนแบบนี้ นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในรูปแบบของบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้ในแทบทุกสาขาวิชานับตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ ไปจนถึงวิทยาศาสตร์และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงเพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ



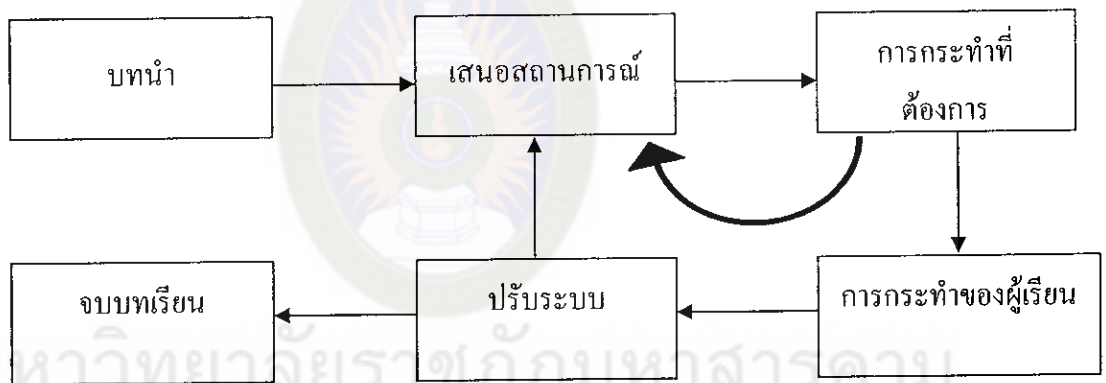
ภาพประกอบที่ 4 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอน

2. การฝึกหัด (Drills and Practice) บทเรียนในการฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อนแต่จะมีการให้คำถาม หรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่ม หรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยัน หรือแก้ไขและพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่า ผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้ว จึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นได้ โปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้ จะสามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์และการแปลภาษา เป็นต้น



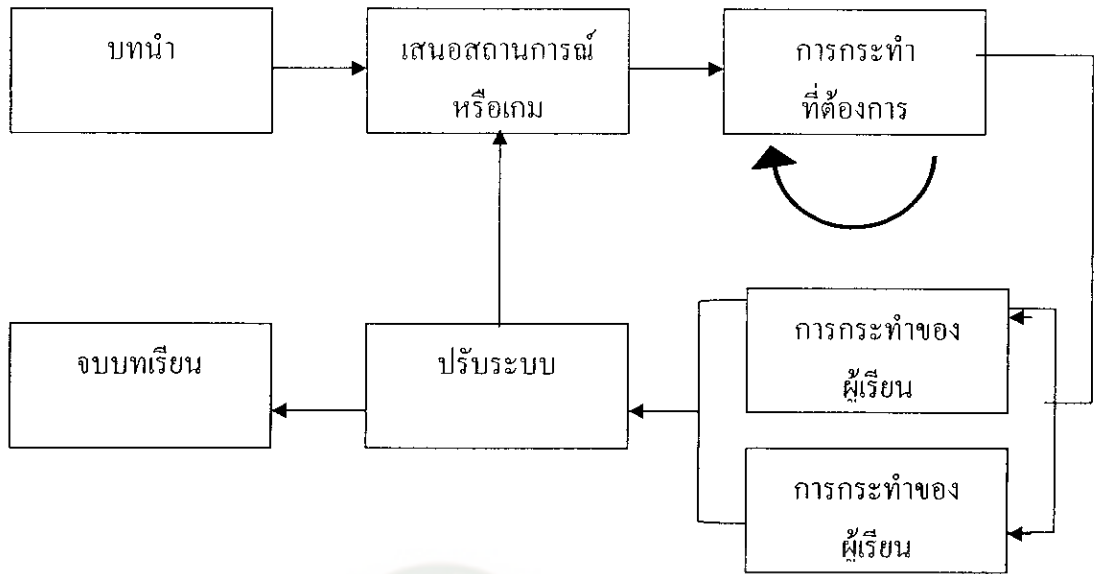
ภาพประกอบที่ 5 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนการฝึกหัด

3. การจำลอง (Simulation) การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นการจำลอง เพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่ง ความเป็นจริงโดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้นเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองเหตุการณ์ เพื่อการฝึกทักษะ และการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมของบทเรียนจำลองอาจจะประกอบด้วย การเสนอความรู้ ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญ ความคล่องแคล่ว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้หรือมีเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ในโปรแกรมบทเรียนการจำลองนี้จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วยได้แก่ โปรแกรมการสาธิต โปรแกรมที่มีใช้เป็นการสอนเหมือนกับ โปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งเป็นการเสนอเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรมแต่โปรแกรมสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น



ภาพประกอบที่ 6 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนการจำลอง

4. เกมเพื่อการสอน (Instructional Games) การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอน กำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้ โดยง่ายเราสามารถเล่นเกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกันในเรื่องของ กฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบกระบวนการทัศนคติตลอดจนทักษะต่าง ๆ นอกจากนี้การใช้เกม ยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอยหรือฝันกลางวันซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากการแข่งขันจึงทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่เสมอรูปแบบ โปรแกรมบทเรียนของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับ โปรแกรมบทเรียนการจำลอง แตกต่างกัน โดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย



ภาพประกอบที่ 7 รูปแบบโปรแกรมเกมเพื่อการสอน

5. การค้นพบ (Discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการนำเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุดตัวอย่างเช่น นักขายที่มีความสนใจขายสินค้าเพื่อเอาชนะคู่แข่ง โปรแกรมจะจัดให้มีสินค้ามากมายหลายประเภท เพื่อนักขายทดลองจัดแสดงเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้าและเลือกวิธีการดูว่าจะขายสินค้าประเภทใด ด้วยวิธีการใดจึงจะทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าควรจะมีวิธีการขายอย่างไรที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้

6. การแก้ปัญหา (Problem - Solving) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิดการตัดสินใจโดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์ให้แล้ว ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่ผู้เขียนมีแล้ว เพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหา ถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เขียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาโดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง เช่น ในการหาพื้นที่ของที่ดินแปลงหนึ่งปัญหามีได้อยู่ที่ว่าผู้เรียนจะคำนวณหาพื้นที่ได้เท่าไร แต่ขึ้นอยู่กับว่าจะจัดการหาพื้นที่ได้อย่างไรเสียก่อนดังนั้นเป็นต้น

7. การทดสอบ (Tests) เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ที่ได้รับการทดสอบ ซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจพร้อมกันนั้นก็อาจสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่นำมาความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

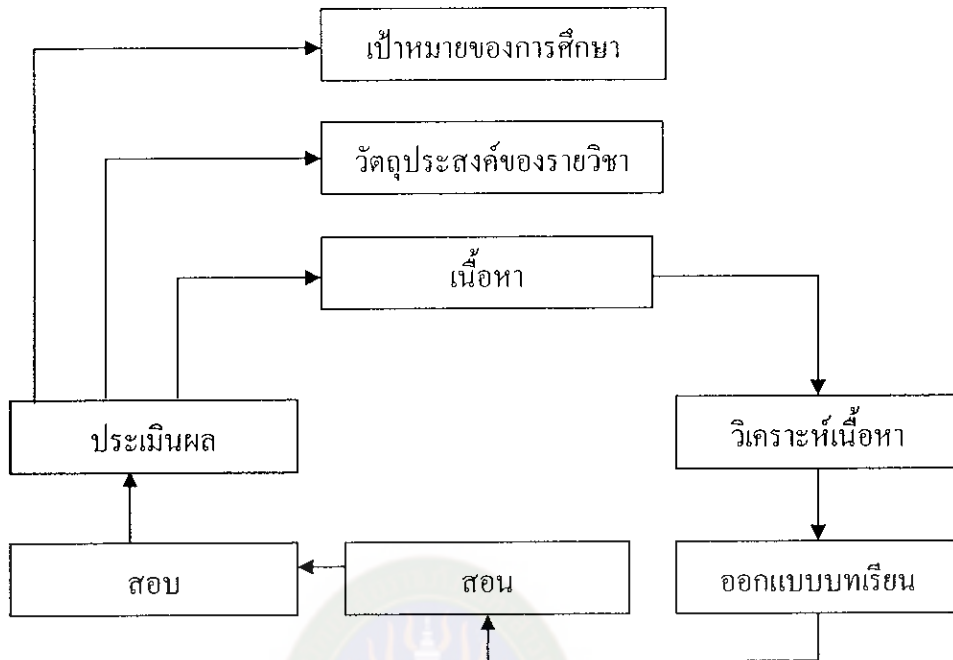
นอกจากนี้ยังมีนักเทคโนโลยีทางการศึกษาได้จำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้อีกเช่น

บุปผชาติ ทัพหิกรณ์ และคณะ (2544 : 44-46) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบเช่น แบบสอนเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบสร้างสถานการณ์จำลองและแบบแก้ปัญหา รูปแบบจะเป็นลักษณะใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นสำคัญ

4.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546 : 74) ให้แนวคิดว่าในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพนั้น มีกรอบแนวคิดพื้นฐานสำคัญอยู่หลายแนวคิดด้วยกัน เช่น แนวคิดของ มิเชน โดและอีแวน แนวคิดของกาเย่ และแนวคิดของปาร์ค จากแนวคิดทั้ง 3 นั้น สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนได้ 10 ขั้นตอนซึ่งหากนำมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์จะได้ 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ทดลองใช้ ประเมินและการปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้งานและการสรุปผลการประเมินบทเรียน

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 221 - 223) กล่าวถึงแนวคิดการออกแบบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ว่า ต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญของสาขาที่สร้างบทเรียน เมื่อผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชากำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้แล้วนักการศึกษาจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูปแบบของโปรแกรมบทเรียน ดังภาพประกอบที่ 8



ภาพประกอบที่ 8 วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 128) กล่าวว่า ในการออกแบบบทเรียนของ CAI นั้นจะต้องมีการเตรียมลำดับของเหตุการณ์ตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดการสอน ซึ่งมี 2 วิธี คือ วิธีเขียนแผนผังแสดงลำดับของการดำเนินการของโปรแกรม หรือที่เรียกว่า Flowcharting และวิธีเขียนฉากที่ว่า Screen Mapping

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546 : 75) กล่าวว่า การออกแบบบทเรียนและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น ต่างไปจากการใช้เทคนิควิธีการสอนแบบอื่นๆ เนื่องจากบทเรียนสามารถใช้ช่วยครูสอน (Assist) และใช้สอนแทนครู (Primary) หรือใช้ฝึกอบรมเฉพาะรายบุคคลได้ การเรียนและการสอนเนื้อหาจากเครื่องและอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องละเอียดรอบคอบและมีความยืดหยุ่นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอนผู้เดียวซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตและจิตใจตลอดเวลา

4.5 ขั้นตอนการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546 : 84-89) กล่าวว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถสังเคราะห์สรุปขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analyze) ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์

ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Course Analysis)
- 1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์บทเรียน (Tutorial Objectives)
- 1.3 การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม (Content Activities Analysis)
- 1.4 การกำหนดขอบข่ายบทเรียน
- 1.5 การกำหนดวิธีการนำเสนอ (Pedagogy/ Scenario)

2. การออกแบบ (Design) การออกแบบเป็นการวางแผนการพัฒนาบทเรียนซึ่งโดยทั่วไปจะดำเนินการ ดังนี้

- 2.1 การสร้างผังงาน (Flowchart)
- 2.2 การจัดทำบัตรเรื่อง (Storyboard)
- 2.3 การออกแบบพัฒนาสื่ออื่น ๆ ประกอบบทเรียน

3. การพัฒนาบทเรียน (Courseware Construction)

- 3.1 การใส่เนื้อหาและกิจกรรม (Input Content)
- 3.2 พัฒนาบทเรียน (Generate Courseware)

4. การนำไปใช้/ทดลองใช้ (Implement) การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานรวมทั้งการทดลองใช้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบและการประเมินบทเรียน (Courseware Testing and Evaluating) ก่อนประกอบด้วย

- 4.1 การตรวจสอบ
- 4.2 การทดสอบการใช้งานบทเรียน
- 4.3 การประเมินบทเรียน

5. การประเมินและปรับปรุงแก้ไข (Evaluate and Revise) ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะได้นำข้อมูลจากการประเมินมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และการทำงานครั้งต่อไปก่อนที่จะเผยแพร่บทเรียนจำเป็นต้องสร้างคู่มือการใช้งานของบทเรียนดังกล่าวเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ให้ใช้งานได้เกิดประโยชน์สูงสุด

4.6 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์

ไพโรจน์ ติรณานกุล (2528 : 77 - 80) ขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์เป็นกระบวนการที่เป็นระบบสมบูรณ์ที่ต้องการความรอบคอบ และจิตสำนึกของวิธีการระบบผู้เขียนจะต้องระลึกอยู่เสมอว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เขียนขึ้นนั้น จะทำการสอนโดย

ไม่มีครูอาจารย์ปรากฏต่อหน้าผู้เรียน ไม่มีการกำกับการเรียนรู้ที่ละชั้นรายละเอียดขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและนักเรียนเป้าหมายเพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างบทเรียนทั้งหมดว่าเป็นอย่างไร ควรใช้เวลาสอนปกตินานเท่าใด นักเรียนมีพื้นฐานความรู้มากน้อยเพียงใด ความพร้อมด้านอื่นๆ ของนักเรียนมีอะไรบ้าง เพื่อจะได้นำมาใช้ประกอบการสร้างบทเรียน โปรแกรมและใช้ในการวางแผนต่อไป
2. การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเขียนขึ้นเอง การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นจะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนทุกๆ จุดประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในวิชานั้นๆ
3. เรียบเรียงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง โดยการนำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นมาเรียงตามลำดับและมีการกำหนดคำถามนำร่องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ต่อไป
4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิข่ายงาน โดยอาศัยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่จัดทำไว้มาประกอบการวิเคราะห์ เพื่อจัดเรียงเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเรียงเนื้อหาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของแผนภูมิข่ายงานที่สมบูรณ์แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ
5. จัดแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อยเนื่องจากการเรียนโดยคอมพิวเตอร์เป็นการเรียนเฉพาะรายบุคคลที่ไม่มีครูสอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ โดยในแต่ละหน่วยนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายไม่ก่อให้เกิดความสับสนและนักเรียนสามารถติดตามเนื้อหาตอนต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง
6. การสร้างข้อความแต่ละกรอบ ตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ ข้อความเหล่านี้จะต้องให้กะทัดรัดง่ายต่อการเข้าใจ ข้อความในแต่ละกรอบต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบ โดยที่แต่ละหน่วยย่อยหรือแต่ละมโนภาพต้องประกอบด้วยกรอบ หรือข้อความต่างๆ 4 ชนิด คือ
 - 6.1 กรอบหลัก (Set frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ในเรื่องต่างๆที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน
 - 6.2 กรอบฝึกหัด (Practice frame) เป็นกรอบที่เตรียมไว้ให้นักเรียนได้ฝึกหัดหลังจากที่ได้ข้อมูลจากกรอบหลัก
 - 6.3 กรอบรองส่งท้าย (Sub-terminal frame) เป็นกรอบที่เขียนก่อนจะถึง

กรอบส่งท้าย เพื่อแก้ไขความเข้าใจผิดหรือตอบผิดต่างๆ ก่อนจะไปสู่กรอบส่งท้ายเป็นกรอบที่จะเสริมกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้นแต่บางครั้งอาจจะข้ามกรอบนี้ไปเลยก็ได้

6.4 กรอบส่งท้าย (Terminal frame) เป็นกรอบทดสอบโดยนักเรียน จะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

7. เข้รห้สตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นเมื่อเขียนเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องบรรจุในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการแปลรหัส เพื่อควบคุมการทำงานอีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะที่เป็นบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบ Generative แต่ถ้าเป็นแบบ Authoring system ผู้สร้างไม่ต้องกังวลเรื่องการสร้างรหัสควบคุม เพราะในโปรแกรมนั้นได้สร้างโปรแกรมควบคุมไว้แล้ว

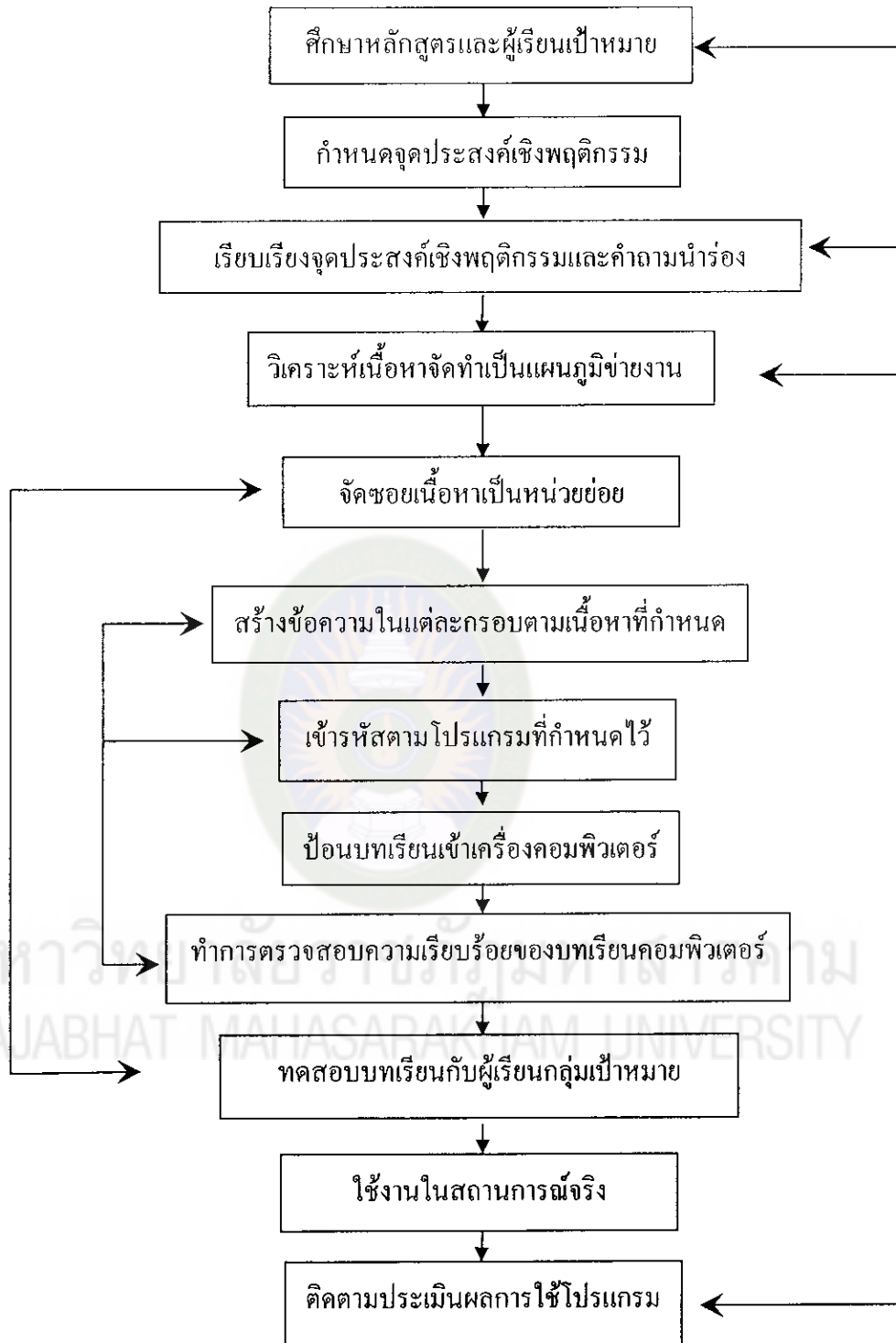
8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปนี้จะต้องปฏิบัติ ตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ

9. ตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากที่มีการป้อนบทเรียนโปรแกรมหรือข้อมูลต่างๆ เข้าไปในคอมพิวเตอร์แล้ว จะต้องตรวจสอบความเรียบร้อยของการทำงานในโปรแกรมและแก้ไขปรับปรุงให้เรียบร้อย

10. ทำการทดสอบบทเรียนเมื่อสร้างเสร็จแล้ว โดยนำบทเรียนไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

11. ทดลองใช้กับสถานการณ์จริง หลังจากที่มีการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและมีการปรับปรุงแก้ไขแล้วก็สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่สร้างไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

12. การติดตามผลการเรียน เมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้แล้ว จะต้องมีการ ติดตามผลเพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องและนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขสามารถเขียนเป็นขั้นตอนได้ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบที่ 9 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ไพโรจน์ ตีรณนากุล.

ถนอมพร เลาหงษ์แสง (2541: 89 - 90) กล่าวว่ากระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นเตรียมการ (Preparation)

1. กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objective) คือ การตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนเพื่อศึกษาเรื่องใดและในลักษณะใด เช่นเป็นบทเรียนหลัก เป็น บทเรียนเสริม เป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติมหรือเป็นแบบทดสอบ ส่วนการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนคือ เมื่อผู้เรียนฯ จบแล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง
2. รวบรวมข้อมูล (Collect Resources) การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรสารสนเทศ (Information resources) ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนเนื้อหา (Materials) การออกแบบบทเรียน (Instructional Development) สื่อในการนำเสนอบทเรียน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
3. เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content) โดยการศึกษาเนื้อหาวิชานั้น การอ่านหนังสือหรือเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาให้เหมาะสมและนำเสนอ เนื้อหาในเวลาที่กำหนดด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. สร้างความคิด (Generate Ideas) การสร้างความคิดหรือการระดมสมอง การระดมสมอง หมายถึง การกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่างๆ การระดมความคิดมีความสำคัญมากเพราะจะทำให้เกิดข้อคิดเห็นต่างๆ ผู้วิจัยควรได้ระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และด้านสื่อการสอนเพื่อหาแนวทางที่ดีและเหมาะสมที่สุดใน การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการทอนความคิดการวิเคราะห์งานและแนวคิด การออกแบบบทเรียนขั้นแรกและการประเมินและแก้ไขออกแบบ ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นหนึ่ง

1. ทอนความคิด (Illumination of Ideas) การทอนความคิดเริ่มจากการคัดเอาความคิดที่มีอาจปฏิบัติได้เนื่องจากเหตุผลใดๆ ก็ตามหรือข้อคิดที่ซ้ำซ้อน กันออกไป และรวบรวมความคิดที่น่าสนใจมาพิจารณา
2. การวิเคราะห์งานและแนวคิด (Task and Concept Analysis) การวิเคราะห์งานคือการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่ผู้เรียน จะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้

ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด (Concept Analysis) หมายถึง ขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาเพื่อให้ได้เนื้อหาที่ชัดเจนและเกี่ยวข้องกับการเรียนเท่านั้น

3. การออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary Lesson Description)

หลังจากวิเคราะห์งานและแนวคิดแล้วต่อไป คือนำงานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มาผสมผสานและออกแบบเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้

4. การประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and Revision of The Design)

การประเมินจะทำเป็นระยะๆ ระหว่างการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ผังงาน คือ ชุดของสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งอธิบายการทำงานของโปรแกรม โดยผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอนและโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการสร้างแผ่นเรื่องราว (Creat Storyboard)

แผ่นเรื่องราวจะนำเสนอเนื้อหาและลักษณะของการนำเสนอที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนจอ ได้แก่เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกร้อง ความสนใจ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

ขั้นตอนการสร้างและเขียนโปรแกรม (Program Lesson)

เป็นการเปลี่ยนแผ่นเรื่องราวให้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรมสร้างบทเรียน(Authoring Software)

ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce supporting material)

เอกสารประกอบบทเรียนเช่นคู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน

ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน(Evaluate and Revise)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเอกสารสนับสนุนการใช้งานจะถูกนำมาประเมินผลเพื่อประสิทธิภาพการทำงานจากทั้งผู้สร้างเองและบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง Alessi and Trollip ได้กล่าวถึงรูปแบบการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 10 ขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดความต้องการและเป้าหมาย (Determine needs and goals)

เป็นขั้นตอนที่มีการกำหนดเป้าหมายของบทเรียน ซึ่งรวมไปถึงสิ่งที่นักเรียนควรรู้หรือควรทำได้

ภายหลังจาก การเรียนจบ ซึ่งการกำหนดเป้าหมายนี้จะเกี่ยวข้องกับการประเมินคุณลักษณะและความต้องการของผู้เรียนด้วย

2. รวบรวมแหล่งทรัพยากร (Collect Resources) แหล่งทรัพยากรในที่นี้หมายถึงระบบคอมพิวเตอร์ในฐานะที่เป็นวัสดุการสอนและวัสดุอื่นๆ ที่สนับสนุนการออกแบบและ สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเช่น บุคคลผู้มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบบทเรียน เอกสารความรู้ต่างๆ

3. เรียนรู้เนื้อหา (Learning the content) การเรียนรู้เนื้อหาในข้อนี้จะหมายถึงทั้งเนื้อหาวิชาที่จะมีการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเทคนิคเกี่ยวกับการออกแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้ออกแบบหรือสร้างจำเป็นต้องทำการศึกษาทั้งสองส่วนนี้

4. สร้างแนวคิดสำหรับการนำเสนอ (Generate ideas) ในขั้นตอนนี้จะรวมไปถึงการระดมความคิดจากผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งจะทำให้เกิดความคิด(Ideas) สร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

5. ออกแบบการสอน (Design instruction) ภายหลังจากการระดมความคิดที่ดีๆ จะถูกเก็บรวบรวมเอาไว้เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบการสอนรวมไปถึงการออกแบบการทบทวนและการวัดและประเมินผลการเรียนด้วย

6. สร้างผังงานของบทเรียน (Flowchart the Lesson) ผังงาน เป็นลำดับของการทำงานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการแสดงตรรกของบทเรียนหรือการตัดสินใจของบทเรียน

7. เขียนแผ่นเรื่องราวนำเสนอ (Storyboard Display on paper) เป็นขั้นตอนที่มี การเตรียม ข้อความและภาพ สำหรับการนำเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ หรือเป็นแบบร่างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนกระดานนั่นเอง

8. เขียนโปรแกรมตามลำดับการนำเสนอเนื้อหา (Program the Lesson) เป็นขั้นตอนที่มีการแปลง (Translate) แบบร่างบนกระดานหรือแผ่นเรื่องราวให้อยู่ในรูปของภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการนำไปใช้ในการควบคุมคอมพิวเตอร์ให้มีการนำเสนอบนจอคอมพิวเตอร์

9. เขียนเอกสารสนับสนุนการใช้งาน (Produces supporting material) การเขียนเอกสารสนับสนุนการใช้งานควรจัดทำขึ้นมี 4 ฉบับ โดยประกอบไปด้วยเอกสารสำหรับ

ผู้เรียน สำหรับผู้สอนรายละเอียดทางเทคนิคของบทเรียน (Technical manual) และเอกสารเพิ่มเติม(Adjunct instruction)

10. ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข (Evaluate and revise) บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเอกสารสนับสนุนการใช้งานจะถูกนำมาประเมินผลเพื่อประสิทธิภาพการทำงานจากทั้งผู้สร้างเองและบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยสังเกตจากการให้ผู้เรียนได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งตัวอย่างที่จะนำมาทดลองควรเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรที่เราตั้งใจจะนำไปใช้

4.7 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์

มีผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับประโยชน์ของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการ กิดานันท์ มะลิทอง (2536 : 198) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่
2. การใช้สีภาพลายเส้นที่เคลื่อนย้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรีจะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเข้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้เป็นต้น
3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำไปใช้ในลักษณะของการศึกษาเป็นรายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียนเป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไร้รบกวน โดย ไม่ต้องอายผู้อื่นและไม่ต้องอายเครื่องมือเมื่อตอบคำถามผิด
6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอน ในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นสื่อใหม่ที่มีบทบาทในการเรียนการสอนในยุคปัจจุบันและอนาคต ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการนำทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบจงใจของ สกินเนอร์และทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไคค์ มาใช้ในการสอนแบบโปรแกรม ผู้เรียน

สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการเสริมแรง มีการตอบสนอง ซึ่งสามารถนำมาสร้างเป็นบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 รูปแบบ คือ แบบเส้นตรง แบบแตกกลุ่ม แบบผสม โดยใช้หลักการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ ใช้เป็นรายบุคคลมีการโต้ตอบทันทีที่มีกระบวนการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนสามารถใช้กับการสอนหลายประเภท คือ การฝึกทักษะ การทำแบบฝึกหัด การเจรจา การจำลองสภาพเกมส์ การแก้ปัญหาต่างๆ การค้นพบของใหม่ การทดสอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงต้องมีการจัดลำดับขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียน โดยมีการออกแบบ การวิเคราะห์เนื้อหา ศึกษาความเป็นไปได้ กำหนดจุดประสงค์ ลำดับขั้นตอนการทำงาน การพัฒนาโปรแกรม การทดสอบ โปรแกรมการปรับปรุงแก้ไข การทดลองในชั้นเรียน การประเมินผล

5. คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน

วงการศึกษามีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรกในช่วงปี พ.ศ. 2493 ซึ่งขณะนั้นมหาวิทยาลัยใหญ่ๆ หลายแห่งในสหรัฐอเมริกาได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานด้านบริหาร เช่น ด้านการบัญชีและการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน ขณะเดียวกันก็มีผู้นำคอมพิวเตอร์มาในงานเกี่ยวกับการวิจัยการเรียนการสอนการวิจัยด้านนี้เรื่องหนึ่งได้แก่ โครงการเพลโต (PLATO) ที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ซึ่งเริ่มในปี พ.ศ. 2503 โดยมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษามีการปรับปรุงเรื่อยมาจนกระทั่งในราวปี พ.ศ. 2513 โครงการเพลโตได้นำ PLATO IV ซึ่งเป็นระบบการสอนแบบแบ่งกันใช้เวลา (Time-shard instructional system) มาใช้โดยเป็นระบบการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกัน โดยมีศูนย์กลางใหญ่เก็บข้อมูลไว้และมีเครื่องปลายทาง (terminals) แยกออกมามากมายเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้ นอกจากโครงการเพลโตแล้วยังมี การใช้ระบบต่าง ๆ เช่น ไอบีเอ็ม และทิกซิต (TICCIT) ซึ่งแพร่หลายขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็วในปี พ.ศ. 2520 ได้มีการประดิษฐ์ไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นสำเร็จ นับว่าเป็นการนำไปสู่การปฏิบัติในการใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษาศถาบันการศึกษาในระดับโรงเรียนทั้งระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และมหาวิทยาลัยได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กันอย่างกว้างขวาง (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 225)

6. การวัดความคงทนในการเรียนรู้ (Learning Retention)

นักการศึกษาส่งเสริมและคิดค้นหาวิธีที่จะให้ผู้เรียนจำได้นานๆ ได้พยายามหารูปแบบและวิธีการต่างๆ ให้มีการจดจำในสิ่งที่เรียนรู้ได้นานที่สุด หรือจดจำได้ตลอดไป แต่สิ่งที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาไม่เห็นด้วย คือการสอนให้ผู้เรียนท่องจำโดยไม่เกิดความเข้าใจ ปัญหาสำคัญของการเรียนรู้ คือเรื่องของการจำและการลืม เพราะทุกครั้งที่มีการเรียนรู้ก็ย่อมจะมีการจำได้บางส่วน ลืมไปบางส่วน หรือไม่ก็จำไม่ได้ทั้งหมด ดังนั้นในการศึกษาพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนจึงมักจะมีการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ร่วมอยู่ด้วย ได้มีผู้ให้ความหมายและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) ไว้ดังนี้คือ

จารุณี ฤทธิรักษา (2541 : 67) ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึงการคงไว้ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ และสามารถที่จะระลึกได้ เมื่อเวลาผ่านไปในระยะเวลา 2 สัปดาห์โดยการประเมินแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อินทรา ชูศรีทอง (2541 : 10-11) ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนที่วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทำการทดสอบเมื่อสิ้นสุดการเรียนไปแล้ว 15 วัน และ 30 วัน

แก้วดา คณะวรรณ (2524 : 59-60) ได้กล่าวถึงสาเหตุการลืมน่าเมื่อผู้เรียนรู้สิ่งใดแล้วปรากฏว่าการเรียนนั้น ไม่ได้คงที่ตลอดไปสาเหตุที่ทำให้ลืม คือ

1. เกิดการเลือนหายไปเพราะไม่ได้ใช้
2. เกิดการบิดเลือนร่อยรอยความจำ
3. เกิดการยับยั้งการเรียนรู้
4. เกิดแรงจูงใจที่จะลืม

ประสาธ อิศรปริดา (2533 : 13) ได้สรุปผลการทดลองของ เอ็บบิงเฮาส์ (Herman Ebbinghaus) ที่ศึกษาว่าการลืมเกี่ยวข้องกับเวลาที่ผ่านไปอย่างไร เกิดขึ้นเร็วหรือช้า มากหรือน้อยเป็นสัดส่วนกับเวลา โดยสรุปได้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ช่วงเวลาที่ผ่านไป ความจำที่เหลืออยู่ และการจำสูญเนื่องจากการลืม

ช่วงเวลาที่ผ่านไป	ความจำที่เหลืออยู่(ร้อยละ)	ความจำสูญเนื่องจากการลืม(ร้อยละ)
20 นาที	50	42
1 ชั่วโมง	44	56
9 ชั่วโมง	36	64
24 ชั่วโมง	34	66
2 วัน	31	69
6 โมง	27	73
15 วัน	25	75
30 วัน	21	79

ในการเรียนการสอนนอกจากความเข้าใจในด้านเนื้อหาแล้ว ความจำก็เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้เกิดทักษะในด้านต่างๆ ต้องอาศัยความจำ กฎ สูตรการคำนวณในด้านตัวเลข เพื่อนำไปประยุกต์ใช้หรือเชื่อมโยงระหว่างทักษะต่างๆ (อุไร ทองกลาง. 2539 : 42) ในด้านความคงทนในการเรียนรู้มีหัวข้อที่ต้องศึกษาให้ความเข้าใจ ดังนี้

6.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้และความจำไว้ ดังนี้ ประสาท อิศรปริดา (2538 : 137) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) ว่าเป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียน การจำได้ โดยแสดงความสามารถในการระลึกได้ (Recall) ถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียนรู้หรือเคยมีประสบการณ์ที่เคยรับรู้มาแล้วหลังจากที่ทิ้งระยะไว้ระยะเวลาหนึ่ง

ศิริศิลป์ จุราภาชน (2539 : 61) ได้ให้ความหมายของความจำไว้หลายประการ ดังนี้

1. การจำ คือ การที่ร่างกายสามารถที่จะคงแสดงอาการพฤติกรรมที่เคยเรียนมาแล้วหลังจากที่ได้ทอดทิ้งไประยะหนึ่งโดยไม่ได้กระทำหรือแสดงอาการนั้นออกมา
2. การจำ คือ การสร้างระบบความรู้ขึ้นใหม่ หลังจากที่ได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว

3. การจำ คือ การที่บุคคลเก็บเอาประสบการณ์ที่เคยพบเห็นมาเก็บไว้ในจิตใจเพื่อใช้สำหรับเหตุการณ์ในอนาคต
4. การจำ คือ การนำส่วนการตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วออกมาให้เห็นอีกในปัจจุบัน
5. การจำ คือ กระบวนการสมองที่เก็บเอาสิ่งที่ได้รู้ไว้และสามารถที่จะนำออกมาใช้ในสถานการณ์ที่จำเป็น

อนุพันธ์ ราสี (2541 : 25) กล่าวถึงความหมายของการจำไว้ว่า ความจำ คือ ความสามารถที่จะจดจำหรือย้อนระลึกถึงความรู้ ที่ได้เรียนมาก่อนแล้วหลังจากที่ได้ทอดทิ้งไว้ชั่วระยะหนึ่ง

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544 : 250) กล่าวถึงความหมายของการจำว่า การจำ คือ ความสามารถที่จะเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้ได้เป็นเวลานานและสามารถค้นคว้ามาใช้ได้หรือระลึกได้จากความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายพอสรุปได้ดังนี้ ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการของสมองที่เก็บเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วออกมาใช้ หรือคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่ระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนหรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาก่อนแล้วหลังจากที่ได้ทอดทิ้งระยะไว้ชั่วระยะหนึ่ง เพื่อใช้สำหรับเหตุการณ์ในปัจจุบันหรืออนาคต

6.2 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้

สุกานดา ส. มนัสทวีชัย (2540 : 31) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้และการจำไว้ดังนี้

1. การจูงใจ (Motivation Phase) เป็นการชักจูงให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้
2. ทำความเข้าใจ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า
3. การเรียนรู้ปรุงแต่งสิ่งที่เรียนรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition Phase) ขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่ขึ้น
4. ความสามารถในการสะสมสิ่งเร้าเก็บไว้ในความจำ (Retention Phase) ขั้นนี้เป็นการนำสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปเก็บไว้ในส่วนความจำในช่วงเวลาหนึ่ง
5. การระลึกได้ (Recall Phase) ขั้นนี้เป็นการนำเอาสิ่งที่เรียนไปแล้วและเก็บเอาไว้นั้นออกมาใช้ในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้

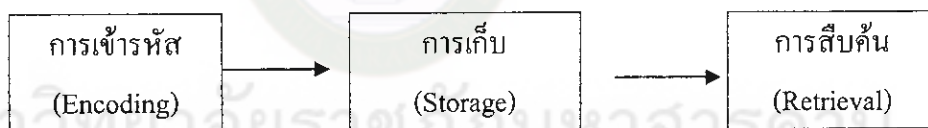
6. การสรุปหลักการ (Generalization Phase) ขั้นนี้เป็นความสามารถใช้สิ่งที่เรียนรู้แล้วไปประยุกต์กับสิ่งเร้าใหม่ที่ประสบ

7. การลงมือปฏิบัติ (Performance Phase) เป็นการแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการเรียนรู้

8. การสร้างผลย้อนกลับ (Feedback Phase) ขั้นนี้ให้ผู้เรียนสร้างผลการเรียนรู้จะเห็นได้ว่ากระบวนการเรียนรู้ จะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียน คือในขั้นตอนที่ 3 ที่ผู้เรียนจะต้องปรุงแต่งสิ่งที่เรียนรู้ไว้ในความจำและขั้นตอนที่ 4 ที่จะต้องเก็บสะสมไว้ในความจำช่วงเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นได้นำเอาสิ่งที่เก็บไว้ออกมาใช้ สิ่งที่น่าออกมาใช้คือ ความคงทนในการเรียนรู้ที่เหลืออยู่ในความจำนั่นเอง

6.3 กระบวนการพื้นฐานของความจำ (Basic Memory Processes)

นักจิตวิทยาที่ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ อินฟอร์เมชัน โพรเซสซิง (Information Processing) ได้แบ่งความจำออกเป็นความจำระยะสั้น (Short Term Memory หรือ SMT) และความจำระยะยาว (Long Term Memory หรือ LTM) และได้อธิบายกระบวนการพื้นฐานของความจำ ดังภาพประกอบต่อไปนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2544 : 250)



ภาพประกอบที่ 10 กระบวนการพื้นฐานของความจำ

6.4 ระบบความจำของมนุษย์

ความจำ (Memory) เป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive Processes) ความจำมีผลต่อการตั้งใจรับรู้ การรู้ การเรียน การใช้ภาษา การสร้างมโนทัศน์ การแก้ปัญหา การใช้เหตุผล และการตัดสินใจ ในระบบความจำของมนุษย์แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

6.4.1 ความจำการรับรู้สัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง ความจำระบบสัมผัส หลังจากการเสนอสิ่งเร้าได้สิ้นสุดลง ความจำระบบสัมผัส เป็นความจำที่มีระยะสั้นมาก โดยเฉลี่ยประมาณ 1 วินาที ความจำในระยะนี้เป็นความจำที่ยังไม่ได้ตีความ ประกอบด้วย

ความจำประเภทต่าง ๆ ได้แก่ การจำภาพติดตา จำเสียงก้องหู จำการกระทำ การลึ้มในระบบความจำ การรู้สึกสัมผัสนี้เกิดขึ้นได้โดยกระบวนการเลื่อนหายของรอยความจำและการรบกวน

6.4.2 ความจำระยะสั้น (Short - Term Memory หรือ STM) เป็นความจำหลังจากที่ได้รับการตีความจึงเกิดการเรียนรู้และจะอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับการทำงานชั่วคราวเพื่อใช้ให้เป็นประโยชน์ในขณะที่จำอยู่นั้น ความจำในระยะนี้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง โดยมีการเข้ารหัสหรือเป็นการแปลงสาร จากลักษณะหนึ่งไปแฝงไว้ในสารอีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งมีการเข้ารหัสเป็นภาพ เป็นเสียงและเป็นความหมาย การลึ้มในระบบนี้เกิดจากการถูกรบกวน แต่ถ้ามีเวลาทบทวนนานๆ ก็คงสารหรือรอยความจำในระบบไว้ได้นาน และทำให้สารเข้าไปเก็บในระบบ LMT ได้มากขึ้น ประโยชน์ของการจำระยะสั้น คือ การช่วยให้ข้อมูลที่รับเข้ามาเดิมยังคงอยู่ต่อไปได้ระยะหนึ่ง จนกระทั่งเราสามารถรับรู้ข้อมูลที่เข้ามาใหม่ได้โดยตลอดและตีความหมายได้ เช่น เมื่อเราฟังคำแรกของประโยคเรายังจับใจความและตีความไม่ได้แต่เมื่อเราฟังคำต่อๆ ไปจนกระทั่งจบประโยคจึงจะเข้าใจความหมายได้ การที่ข้อมูลเก็บไว้ได้ในความจำระยะสั้นเพียงช่วงเวลาสั้นๆ นั้นเป็นสิ่งที่ดี ทำให้เราสามารถรับข้อมูลใหม่เข้ามาแทนที่ได้หากข้อมูลเก่ายังคงค้างอยู่นานเกินควร อาจจะเป็นการรบกวนการเรียนรู้และตั้งใจรับรู้ในขณะนั้น เพราะย่อมต้องการที่จะเอาใจใส่ต่องาน ในขณะนั้นมากกว่าที่จะให้ข้อมูลเดิม ซึ่งไม่มีประโยชน์มาเกิดขวางอยู่

6.4.3 ความจำระยะยาว (long - Term Memory หรือ LTM) เป็นระบบความจำที่เก็บสิ่งที่เรียนรู้หรือรับรู้อย่างถาวร โดยจะมีการคงอยู่ของสิ่งที่เรียนรู้ได้นานกว่า 30 วินาทีขึ้นไปเราจะไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ในความจำระยะยาว แต่เมื่อต้องการใช้หรือมีสิ่งเร้ามาสะกิดใจก็สามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้ เช่น การจำเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อหลายชั่วโมง หลายวัน หรือหลายปีก่อนได้ ความคงทนในการเรียนรู้จัดเป็นความจำระยะยาว จะอยู่ในรูปของถ้อยคำ ภาพและความหมายสิ่งต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในระบบความจำระยะยาวนั้น เป็นสิ่งที่ผ่านเข้ามาในระบบความจำระยะสั้น ถ่ายทอดไปอยู่ในระบบความจำระยะยาวได้ ซึ่งผิดกับบางสิ่งบางอย่างที่ผู้เรียนไม่สนใจจดจำ เมื่อผ่านเข้ามาในระบบความจำระยะสั้นแล้วก็เลื่อนหายไป นักจิตวิทยาพบว่า ในความจำระยะยาวนั้น คนเราใช้รหัสหลายชนิดในการจำรหัสที่สำคัญ คือ รหัสความหมาย (Somatic Code) และรหัสภาพติดตา (Visual Code) หรือภาพเหตุการณ์

6.5 หลักการเกี่ยวกับการคงทนในการเรียนรู้

สุกานดา ส. มนัสทวีชัย (2540 : 34) ได้กล่าวถึงหลักการเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. การเรียนรู้สิ่งที่มีความหมายต่อผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วและจำได้นานกว่าสิ่งที่ไร้ความหมาย

2. การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องมากกว่าสองอย่างขึ้นไปจะเกิดขึ้นได้ ถ้านำวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นไว้ติดกันหรือต่อเนื่องกัน หลักการนี้มาจากหลักความใกล้ชิด (Proximity) และหลักความต่อเนื่อง (Contiguity)

3. ความถี่ของสิ่งเร้า (Stimulus) และตอบสนองที่เกิดขึ้นเหมือนกันหรือคล้ายกัน มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ตามกฎความถี่ของ Thom dike การกระทำซ้ำๆ หรือการข้อมนั้นจะเกิดประโยชน์อย่างดีต่อความคงทนของข้อมูลในระยะสั้นๆ แต่กระบวนการที่ใช้ เช่น การใช้รหัส การเสริมแต่ง และการถ่ายถอดเป็นอย่างดี เป็นสิ่งสำคัญสำหรับความคงทนของข้อมูลความจำในระยะยาว

4. การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับผลการเรียน ถ้าผลการเรียนนั้นมีความชื่นชอบลดความตึงเครียด มีประโยชน์ หรือการให้รางวัล หรือเป็นข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้ จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามกฎ Thorndike หรือ Law of Effect

วิธีการที่จะใช้ช่วยให้เกิดความจำระยะยาวได้ดี แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การจัดบทเรียนให้มีความหมาย และการจัดสภาพช่วยการสอน

การจัดบทเรียนให้มีความหมายหากเนื้อหามีความหมายเพียงพอแล้วย่อมจะมีการลืมเนื้อหานั้น แม้เนื้อหานั้นจะมีโครงร่างไม่คึก แต่หากมีความหมายแก่ผู้เรียนเขาจะจดจำได้นาน ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หรือความจำได้ดีขึ้น เราอาจจะกระทำได้ ดังนี้ (สุกานดา ส. มนัสทวีชัย, 2540 : 35)

1. การสร้างความสัมพันธ์ (Mediation) เป็นวิธีการสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายช่วยในการจำบทเรียนที่ขาดความหมาย

2. การจัดระบบไว้ล่วงหน้า (Advanced Organization) เป็นการสรุปโครงสร้าง หรือกระบวนการเกี่ยวกับบทเรียน ให้นักเรียนทราบก่อนการเรียนในเนื้อหาวิชานั้น ๆ

3. การจัดเป็นลำดับขั้น (Hierarchical Structure) เน้นการจัดบทเรียนให้เป็นลำดับ นักเรียนต้องมีความรู้ในขั้นแรก ก่อนที่จะเรียนรู้ในขั้นต่อไป

4. การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization) เป็นการนำข้อมูลที่ได้เรียนรู้แล้วมาจัดให้เข้าเป็นระบบระเบียบและเข้าแบบแผนจะใช้ในกรณีต้องการสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลจำนวนมากๆการจัดข้อมูลนี้จะเป็นการประหยัดเนื้อที่การเก็บข้อมูลในสมองปัญหา

ของการเก็บข้อมูลไว้ในความจำระยะยาว คือ การรื้อฟื้นรอยความจำขึ้นมาได้ยากแต่การจัดระเบียบแบบแผนจะช่วยให้การค้นหาข้อมูลขึ้นมาจากรอยความจำง่ายขึ้น การจัดระเบียบแบบแผนอาจกระทำได้โดยการจัดตามหัวข้อเรื่องและการจัดตามลำดับอนุกรมประเภทความยากง่าย เป็นต้น

การจัดสถานการณ์ช่วยในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับบทเรียนมากขึ้น ทั้งในระหว่างการเรียนการสอนและภายหลังการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนไม่เป็นฝ่ายรับแต่เพียงอย่างเดียวซึ่งอาจกระทำได้อีกดังนี้

1. การนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะกำลังฝึกฝนอยู่ (Recall During Practice)

หมายถึง การทบทวนบทเรียนภายหลังที่อ่านจบแต่ละครั้ง สมมติว่าบทเรียนหนึ่งต้องใช้เวลาอ่านเพียง 30 วินาที ครูกำหนดเวลาให้อ่าน 2 ชั่วโมง นักเรียนที่อ่านแต่ต้นจนจบครบ 4 เที้ยว จะจำได้น้อยกว่านักเรียนอ่าน 1 เที้ยว แล้วทบทวนข้อความที่อ่านนั้น เพื่อทำความเข้าใจชัดเจนขึ้น แม้จะใช้เวลา 2 ชั่วโมงเท่ากันก็ตาม

2. การเรียนเพิ่มขึ้น (Over Learning) หมายถึง การเรียนภายหลังที่จำบทเรียนนั้นได้นาน

3. การท่องจำ (Recitation) การท่องจำจะยิ่งทำให้จำมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะผู้ที่ท่องอย่างมีความตั้งใจ มักจะมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง และเมื่อท่องไปได้ระยะหนึ่ง ผู้ท่องจะทราบถึงความก้าวหน้าของตนเอง ทำให้เกิดกำลังใจที่จะต้องท่องต่อไป นอกจากนี้การท่องเป็นกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัด ผู้ท่องจะตั้งระดับความมุ่งหวังไว้ และจะมุ่งให้บรรลุถึงเป้าประสงค์

4. การสร้างจินตนาการ (Imagery) หมายถึง การสร้างรหัสโดยนึกภาพในใจ เป็นการเอาสิ่งที่ต้องการจำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่จำได้ดีแล้ว โดยการนึกภาพเป็นคู่สัมพันธ์ หากนึกภาพได้แปลกเท่าใด ความคงทนในการจำยิ่งมีมากขึ้น

จะเห็นได้ว่ามีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ เช่น กระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ สิ่งเร้า ผลของการเรียนให้มีความหมาย การจัดสภาพช่วยการเรียน ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อความคงทนในการเรียนของผู้เรียนทั้งสิ้น เทคนิคผังกราฟิกก็เป็นการจัดการเรียนการสอนให้มีความหมายรูปแบบหนึ่งซึ่งอาจส่งผลต่อความคงทนในการเรียนได้เช่นกัน

7. ความพึงพอใจในการเรียนรู้

7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

มอร์ส (Morse. 1955 : 27 ; อ้างอิงจาก ศุภศิริ โสมาเกตู. 2544 : 48) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถถอดความเครียดของผู้ที่ทำงานให้ลดน้อยลง ถ้าเกิดความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำงานและความเครียดนี้มีผลมาจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อมนุษย์มีความต้องการมากจะเกิดปฏิกิริยาเรียกร้องหาวิธีตอบสนองความเครียดก็จะน้อยลงหรือหมดไป ความพึงพอใจก็จะมากขึ้น

แอปเปิลไวท์ (Applewhite. 1965 ; อ้างอิงจาก ศุภศิริ โสมาเกตู. 2544 : 49) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกส่วนตัวของบุคคลในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีความหมายกว้างรวมถึงความพึงพอใจในสภาพแวดล้อมทางกายภาพด้วยการมีความสุขที่ทำงานร่วมกับคนอื่นที่เข้ากันได้มีทัศนคติต่องานด้วย

จากความหมายของความพึงพอใจที่มีผู้ให้ความหมายไว้ข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือ การปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจชอบใจในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

7.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

ในการปฏิบัติงานใดๆ ก็ตาม การที่ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานนั้นๆ มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจหรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ มีนักการศึกษาในสาขาต่างๆ ทำการศึกษาค้นคว้าและตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจในการทำงานไว้ดังนี้

มาสโลว์ (Maslow. 1970 : 69-80 ; อ้างอิงจาก ศุภศิริ โสมาเกตู. 2544 : 50) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการ (Hierarchy of Needs) นับว่าเป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางซึ่งตั้งอยู่บนฐานที่ว่า “มนุษย์เรามีความต้องการอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อความต้องการได้รับการตอบสนองหรือพึงพอใจอย่างหนึ่งแล้ว ความต้องการสิ่งอื่น ๆ ก็จะเกิดขึ้นมาอีก ความต้องการของคนเราอาจซ้ำซ้อนกัน ความต้องการอย่างหนึ่งอาจยังไม่ทันหมดไปความต้องการอีกอย่างหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้” ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้นดังนี้

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ เน้นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต ได้แก่ อาหาร อากาศ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ความต้องการพักผ่อน ความต้องการทางเพศ

2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) ความมั่นคงในชีวิตที่ทั้งความเป็นอยู่ในปัจจุบันและอนาคต ความเจริญก้าวหน้า อบอุ่นใจ

3. ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรมให้สังคมยอมรับตนเองเข้าเป็นสมาชิก ต้องการความเป็นมิตร ความรักจากเพื่อนร่วมงาน

4. ความต้องการมีฐานะ (Esteem Needs) มีความอยากเด่นในสังคมมีชื่อเสียงอยากให้บุคคลยกย่องสรรเสริญตนเอง อยากมีความเป็นอิสระเสรีภาพ

5. ความต้องการที่จะประสบผลสำเร็จในชีวิต (Self-actualization Needs) เป็นความต้องการในระดับสูง อยากให้ตนเองประสบผลสำเร็จทุกอย่างในชีวิต ซึ่งเป็นไปได้ยาก

สกอตต์ (Scott, 1970 : 124 ; อ้างอิงจาก ศุภสิริ โสมาเกตู, 2544 : 49) ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงใจต่อการทำงานที่จะให้ผลเชิงปฏิบัติมีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีความสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัวงานนั้นจะมีความหมายสำหรับผู้ทำ

2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะดังนี้

3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย

3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง

3.3 งานนั้นทำให้สำเร็จได้

เมื่อนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนมีส่วนในการเลือกเรียนตามความสนใจ และมีโอกาสร่วมตั้งจุดประสงค์หรือความมุ่งหมายในการทำกิจกรรมได้เลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่ผู้เรียนถนัดและสามารถค้นหาคำตอบ

เผชิญ กิจกรรมการ (2546 : 7) ได้กล่าวถึงแนวความคิดของแฮทฟิลด์แมนที่ได้ทำ การพัฒนาแนวคิดของนักวิจัยต่าง ๆ มาเป็นเครื่องมือในการวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน พบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจ ซึ่งเป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน ประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 5 ประการดังนี้

ตัวแปรที่ 1 องค์ประกอบเกี่ยวกับงานที่ทำในปัจจุบัน แบ่งเป็น

1. ความตื่นเต้น/น่าเบื่อ
2. ความสนุกสนาน/ความไม่สนุกสนาน
3. ความโล่ง/ความสลับ
4. ความท้าทาย/ความไม่ท้าทาย
5. มีความพอใจ/ไม่พอใจ

ตัวแปรที่ 2 องค์ประกอบทางด้านค่าจ้าง ประกอบด้วย

1. ถือว่าเป็นรางวัล/ไม่เป็นรางวัล
2. มาก/น้อย
3. ยุติธรรม/ไม่ยุติธรรม
4. เป็นทางบวก/เป็นทางลบ

ตัวแปรที่ 3 องค์ประกอบทางการเลื่อนตำแหน่ง

1. ยุติธรรม/ไม่ยุติธรรม
2. เชื่อถือได้/เชื่อถือไม่ได้
3. เป็นเชิงบวก/เป็นเชิงลบ
4. เป็นเหตุผล/ไม่เป็นเหตุผล

ตัวแปรที่ 4 องค์ประกอบทางด้านผู้บังคับบัญชา

1. อยู่ใกล้/อยู่ไกล
2. ยุติธรรมแบบจริงจัง/ยุติธรรมแบบไม่จริงจัง
3. เป็นมิตร/ค่อนข้างไม่เป็นมิตร
4. เหมาะสมทางคุณสมบัติ/ไม่เหมาะสมทางคุณสมบัติ

ตัวแปรที่ 5 องค์ประกอบทางด้านเพื่อนร่วมงาน

1. เป็นระเบียบเรียบร้อย/ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย
2. จงรักภักดีต่อสถานที่ทำงาน/ไม่จงรักภักดีต่อสถานที่ทำงาน
3. สนุกสนานร่าเริง/คูไม่มีชีวิตชีวา

4. ผู้นำสนใจเอาจริงเอาจัง/ดูแลน้อยหน้าย

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รับมอบหมายหรือต้องการปฏิบัติให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูผู้สอนซึ่งในสภาพปัจจุบัน เป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือให้คำแนะนำปรึกษา จึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ หรือการปฏิบัติงานมีแนวคิดพื้นฐานที่ต่างกัน 2 ลักษณะ คือ

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน

สมยศ นาวิการ (2525 : 155) กล่าวว่า การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการตอบสนอง ทศนะตามแนวคิดดังกล่าวสามารถแสดงด้วยภาพประกอบที่ 11 ดังนี้



ภาพประกอบที่ 11 ความพึงพอใจนำไปสู่ผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ

จากแนวคิดดังกล่าว ครูผู้สอนที่ต้องการให้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางบรรลุผลสำเร็จ จึงต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศ และสถานการณ์ รวมทั้งสื่อ อุปกรณ์การเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียนให้มีแรงจูงใจในการทำกิจกรรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

2. ผลของการปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจ

สมยศ นาวิการ (2525 : 119) ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและผลการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่นๆ ผลการปฏิบัติงานที่ดี จะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสมซึ่งในที่สุดจะไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปของรางวัล หรือผลตอบแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลตอบแทนภายในและผลตอบแทนภายนอก โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ นั่นคือ ความพึงพอใจในงานของผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนดโดยความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริง และการรับรู้เรื่องเกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทนที่รับรู้แล้ว ความพอใจย่อมเกิดขึ้น

จากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว เมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลตอบแทนภายในหรือรางวัลภายใน เป็นผลด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดแก่ตัวผู้เรียนเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถเอาชนะความสามารถต่างๆ และสามารถ ดำเนินการภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับ การยกย่องจากบุคคลอื่น ส่วนผลตอบแทนภายนอกเป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดทำให้ มากกว่าที่ตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับการยกย่องชมเชยจากครูผู้สอน พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือแม้แต่การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

สรุปได้ว่าความพึงพอใจในการเรียนเกิดจากปัจจัยภายนอกและภายในเป็น ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งต่าง ๆ ในสิ่งที่ดีที่เกิดจากการได้รับการตอบสนองเป็นไปตามที่ คาดหวังจนทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ครูจะต้องเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจเพื่อนำไปสู่ เป้าหมายเมื่อเกิดความพึงพอใจจะเกิดผลดีต่อการเรียนรู้

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

เกศกมล ชีเชิญ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่า 1. ด้านการเร้าความสนใจจะมีคำแนะนำบทเรียนที่มี ภาพประกอบมีเสียงประกอบการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน 2. ด้านการบอกจุดประสงค์ จะนำเสนอจุดประสงค์นำทาง จุดประสงค์ปลายทาง โดยเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คมศักดิ์ หาญสิงห์ (2543 : 51) ได้ศึกษาผลการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมปกติและ จากบทเรียนการ์ตูน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนการ์ตูนกับ นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยครูแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมนึก การเกษ (2543: 86) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E-CAI) 81.58% ซึ่งมีประสิทธิภาพในระดับพอใช้

2. ค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) ของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 67

3. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ คะแนนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 11.86

เกรียงไกร ศรีชัยปัญญา (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนโดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปกติ พบว่า 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วนมีประสิทธิภาพ 93.46/87.87 2. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วนที่ เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดย การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่สถิติที่ระดับ 0.1 และมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่า นักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่สถิติที่ 0.1

จันทร์เกษม ใจอารีย์ (2544 : บทคัดย่อ) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องจักรวาล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อสร้างและ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องจักรวาล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง จักรวาล มีประสิทธิภาพ 85.25/87.25
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องจักรวาล สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จเด็จ ทศวงษา (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ เรื่อง การคูณและการหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.22/81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนเฉลี่ย ความคงทนในการเรียนรู้หลังจากเรียนแล้ว 4 สัปดาห์ ไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณและการหาร สามารถนำไปใช้ในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักเรียนจดจำความรู้ได้เป็นอย่างดี

เสรี สามาอาพัฒนา (2546 : บทคัดย่อ) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชางานช่างพื้นฐาน เรื่องการคำนวณงานไฟฟ้าในบ้าน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อพัฒนา

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชางานช่างพื้นฐาน เรื่อง การคำนวณงานไฟฟ้าในบ้าน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพร้อยละ 86.08 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่ตั้งไว้ และมีดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น เท่ากับ 0.71 ซึ่งหมายความว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นกว่าเดิม ร้อยละ 71

2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยทดสอบหลังการเรียน 2 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 13.05

แสงเดือน ชิงกุเขียว (2546 : 61) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณและการหารจำนวนที่ตัวตั้งมีสองหลัก ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนและศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.50/80.66 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผู้เรียนมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ชัชวาล ยอดมัน (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สมการและการแก้สมการชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ หาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนและเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับคะแนนทดสอบหลังเรียน 14 วัน กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านอุทัยทอง อำเภอแก่งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 20 คน การทดลองใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 ต่อ 1 เครื่อง ระยะเวลาในการทดลอง 7 ครั้งๆ ละ 1 ชั่วโมง เครื่องมือคือบทเรียนคอมพิวเตอร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.93/75.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 61 และนักเรียนมีคะแนนความคงทนในการเรียนไม่แตกต่างคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

วิริยา ใจดี (2547 : 91) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการบวกที่มีผลบวกไม่เกิน 9 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นและศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.29/89.72 ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 87 และผู้เรียนมีความคิดเห็น โดยรวมอยู่ในระดับมาก

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

อู๋หยาง (Ouyang, 1993 : 421-A) ได้ทำการศึกษาเชิงวิเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับประถมศึกษา โดยรวบรวมจากงานวิจัยจำนวน 79 เรื่อง ผลการศึกษาสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.495 โดยรายวิชาที่มีค่าขนาดของผลสูงกว่ารายวิชาอื่นๆ ได้แก่ คณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาการสะกดคำ คำศัพท์ ทักษะ การใช้บอร์ด และมีความแตกต่าง ระหว่างคะแนนการสอบระหว่างคะแนนการสะกดคำกับการอ่าน นักเรียนในแต่ละระดับชั้นมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน โดยสรุปนักเรียนในระดับชั้นกลาง ได้รับประโยชน์จากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าในระดับประเทศและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สมัยใหม่มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

โอรานูชิ (Orabuchi .1993: 3793-A) ได้ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์แบบปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อทักษะในการฝึกกระโดดสูง การลงข้อวินิจฉัย การสรุปและการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 61 คน และประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 70 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนด้วยคอมพิวเตอร์และกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีสอนปกติ เป็นเวลา 4 เดือน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนแตกต่างกันในเรื่องการสรุป การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และด้านเจตคติบางประการเช่น เจตคติต่อโรงเรียน เจตคติต่อคอมพิวเตอร์และ

ทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์อย่างไรต่อนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมไม่แตกต่างกันโดยสรุป

1. โปรแกรมการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ แบบปฏิสัมพันธ์มีผลส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการคิดระดับสูงได้
2. ควรให้นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ได้เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์จะช่วยให้สามารถพัฒนาการได้ดีขึ้น
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลดีในการพัฒนาด้วยจิตพิสัยมากกว่าด้านพุทธิพิสัย

กุมาร์ (Kumar. 1994 : 158-A) ได้วิจัย เรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนประเภทฝึกทักษะและการทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ โดยที่นักเรียนไม่ต้องเรียนในชั้นเรียนพิเศษใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 15 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการฝึกและการทำแบบฝึกหัด โดยทั้งสองกลุ่มมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในระยะ 5 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีระดับคะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุม

วิลเลียมส์ (Williams. 2002 : 2215-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาทางกำหนดว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างสไตล์การเรียนรู้ (แบบกระตุ้นแบบสะท้อน) ตามที่วัดโดยใช้แบบทดสอบการจับคู่ตัวเลขที่คุ้นเคยกับหน่วยเมตริกบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการศึกษาจะต้องกล่าวถึง 3 ด้านคือ (ก) เพื่อระบุสไตล์การเรียนรู้ ว่าเป็นแบบกระตุ้นหรือแบบสะท้อนของครูก่อนประจำการที่ลงทะเบียนเรียนในวิทยาลัยวิชาการศึกษาที่วิทยาลัยวิชาการศึกษาที่มหาวิทยาลัยแห่งรัฐ โอคาโฮตามที่วัดโดยใช้แบบทดสอบการจับคู่ตัวเลขที่คุ้นเคย (ข) เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและ (ค) เพื่อใช้เป็นการศึกษานำร่องเพื่อสร้างความเชื่อมั่นสำหรับแบบทดสอบฉบับที่คำนวณการจับคู่ตัวเลขที่คุ้นเคย กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูก่อนประจำการจำนวน 36 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในวิทยาลัยวิชาการศึกษาที่มหาวิทยาลัยแห่งรัฐ โอคาโฮ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการออกแบบการสอนนั้นมีความสำคัญที่จะพิจารณากลุ่มประชากรเป้าหมาย หนึ่งในลักษณะต่างๆที่จะต้องพิจารณาคือวิธีการเรียนที่นิยมมากกว่าหรือสไตล์การเรียนรู้กับ การปฏิบัติในหน่วยการสอนเมตริกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการศึกษาครั้งนี้ จึงกำหนดว่าลักษณะที่จำแนกเป็นคะแนนที่สะท้อนเป็นคะแนนที่สูงกว่าอย่างสม่ำเสมอในการทดสอบเมตริกก่อนและหลังการทดลองในทางตรงกันข้ามก็เป็นความจริงเช่นกัน คือคะแนนที่

จำแนกกับคะแนนกระตุ้นที่ต่ำกว่าสม่ำเสมอในการทดสอบเมตริกก่อนการทดลองและหลังการทดลองนั่นเอง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงสนับสนุนผลงานการวิจัยดั้งเดิมของ Kagan (1964) เกี่ยวกับการจำแนกความสามารถในการกระตุ้นและความสามารถในการสะท้อนในผู้เรียนวัยผู้ใหญ่ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบการจับคู่ตัวเลขที่คุ้นเคย

เจเฟอร์ (Jafer. 2003 : 846-A) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อประเด็นปัญหาทะเลทรายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 181 คนที่ลงทะเบียนเรียนในโรงเรียน 2 โรงเรียน ในชนบทซึ่งตั้งอยู่ในภาคอีสานของรัฐบาลไทย นักเรียนกลุ่มทดลองได้ใช้ การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับอุปกรณ์การอ่านที่มีเนื้อหาเทียบได้กับกลุ่มที่สอนด้วยการใช้คอมพิวเตอร์การใช้คอมพิวเตอร์ การดำเนินไปเป็นเวลาติดต่อกัน 5 คาบๆ ละ 45 นาที การเก็บรวบรวมข้อมูลกระทำก่อนเริ่ม การทดลอง คะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการทดลองใช้เป็นตัวแปรร่วมเพื่อใช้เป็นความแตกต่างกันที่มีอยู่ก่อน เกี่ยวกับตัวแปรที่ได้ตรวจสอบระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ผลการศึกษา พบว่า การสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ได้รับปรุงให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นและไม่ได้เพิ่มเจตคติในเชิงบวกต่อประเด็นปัญหาทะเลทราย ข้อค้นพบเหล่านี้บ่งชี้ว่าการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งไม่ได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบปกติ

สมิธ (Smith. 2003 : 3891-A) ได้ศึกษาขอบเขตที่นักเรียนดนตรีชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นแสดงให้เห็นความสามารถในการปรับปรุงตนเองในการอ่านและแสดงเสียง ของ จังหวะ โดยอาศัยการได้รับการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยและความสัมพันธ์ที่เป็น ไปได้ระหว่าง สไตล์ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนตามที่แสดงไว้ โดยความไม่เป็นอิสระ/ความเป็นอิสระของ ฟิสิกส์ กับประสิทธิผลของการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเพื่อสอนทักษะการอ่านและการแสดง จังหวะของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนดนตรี โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 120 คน ทำการแบ่งกลุ่มผู้ถูกทดลองเป็น 4 กลุ่ม ตามคะแนนควอไทล์จากแบบทดสอบ ตัวเลขที่มีอยู่ในกลุ่มทดลอง (ได้รับการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย) และอีกครั้งหนึ่งกำหนดให้ เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์แบบ Music Ace 2 สำหรับการฝึก ความสามารถในการอ่านและการแสดงจังหวะ การสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนี้ใช้เวลาครึ่ง ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ รวมการสอนคอมพิวเตอร์ 4 ชั่วโมงในระหว่างการ ทดลอง โดยใช้แบบทดสอบทั้งก่อนและหลังทดลอง ผลการศึกษาพบว่า คะแนนการอ่านและ

การแสดงจังหวะในแบบทดสอบหลังการทดลองสูงกว่าคะแนนก่อนก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (จำนวน 120 คน)รวมทั้งผู้ถูกทดลองในกลุ่มและกลุ่มควบคุมด้วย แสดงว่าความสามารถของนักเรียนในการอ่านและการแสดงจังหวะปรับปรุงดีขึ้นตลอดภาคเรียนที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ แต่พบว่าไม่มีหลักฐานอย่างมีนัยสำคัญที่แสดงว่ากลุ่มทดลองอิสระในภาคสนาม แสดงในแบบทดสอบการแสดงจังหวะได้ดีกว่าผู้ถูกทดลองไม่มีอิสระในภาคสนาม

โทมัส (Thomas, 2003 : 1203-A) ได้ทำการศึกษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบผลที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักศึกษาในการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นวิธีการที่เป็นตัวเลือกทำแบบฝึกหัดการบ้าน การศึกษาใช้ห้องเรียนการสำรวจคณิตศาสตร์ที่เป็นห้องสมบูรณ 3 ห้อง และห้องเรียนคณิตศาสตร์จำเพาะที่สมบูรณอีก 1 ห้อง ในวิทยาลัยชุมชนฮาร์วาร์ดแลนด์ ห้องเรียนทั้ง 4 ห้องนี้กล่าวถึงคณิตศาสตร์การคลังระหว่างที่ศึกษา ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานว่าการใช้ซอฟต์แวร์จะให้ความแตกต่างในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติระหว่างนักศึกษาที่เข้าถึงซอฟต์แวร์เพื่อทำแบบฝึกหัดการบ้าน (กลุ่มทดลอง) กับนักศึกษาที่ใช้วิธีการแบบปกติเกี่ยวกับการอ้างอิงตำราสำหรับการบ้าน (กลุ่มควบคุม) อาจารย์ 2 คนอาสาสมัครช่วยในการศึกษาครั้งนี้ อาจารย์ผู้สอนแต่ละคนสอน 2 ห้องเรียน การเกลี่ยนักศึกษาให้คงอยู่ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสำหรับแต่ละห้องเรียนซึ่งนักเรียนบางคนไม่เข้าร่วมด้วย การวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนใช้การสอบในตอนท้ายของการศึกษา ประเมินความสามารถของนักศึกษาในการประยุกต์ใช้รูปแบบคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับบทเรียนที่เขียนขึ้น ทำการทดสอบแบบเขียนบรรยายตอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์คำนวณน้อยที่สุด เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ การปฏิบัติของนักศึกษาก่อนการศึกษาเห็นว่าเป็นตัวแปรร่วมในผลสัมฤทธิ์ และมีอิทธิพลต่อการออกแบบ เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่าง การสำรวจตอนท้ายการศึกษาใช้วัดความแตกต่างในเจตคติระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้คำถามเพิ่มขึ้นอีก 6 ข้อเพื่อควบคุมความวิตกกังวลความไม่สะดวกอื่นๆ ของนักศึกษาในขณะที่กำลังใช้ซอฟต์แวร์ ผลการศึกษาสรุปได้ว่าไม่มีหลักฐานยืนยันความแตกต่างในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติระหว่างนักศึกษาที่เข้าถึงซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์

เช็ก (Sheck, 2003 : 670-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อกำหนดว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านทักษะพื้นฐานและทักษะการแก้ปัญหาที่ส่งผลต่อคะแนนที่สูงขึ้นหลังการใช้เวลา 12 ชั่วโมงในการทำงานกับโปรแกรมซอฟต์แวร์เรื่องแนวความคิดและทักษะทาง

คณิตศาสตร์หรือไม่ ผลการวิจัยปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาต่างๆรวมทั้งวิชาคณิตศาสตร์สามารถจะมีผลทางบวกได้สูงมาก วิธีการศึกษาดำเนินการโดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งต้องการช่วยซ่อมเสริมในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้ในการออกแบบการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลองกลุ่มเดียว เมื่อจบการทดลอง 36 คาบๆ ละ 20 นาที แล้วนำมาคะแนนการทดสอบหลังการทดลองสอนมาเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า การใช้แบบทดสอบคู่แสดงให้เห็นผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาแสดงว่าบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำไปสู่คะแนนการทดสอบหลังการทดลองสูงขึ้น และผู้ถูกทดลองทุกคนมีประสบการณ์ในการปฏิบัติในระดับที่สูงขึ้น ผลการศึกษานี้ชี้แนะว่ามีการรวมเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้าเป็นส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมที่เข้มแข็งและเคลื่อนไหวซึ่งให้อำนาจแก่นักเรียนทุกคนในกระบวนการเรียนรู้ครั้งนี้ด้วย

เฮย์ (Hay, 2005 : 861-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบภาคสนามในบทเรียนคอมพิวเตอร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเรขาคณิต บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเขียนขึ้นโดยใช้แบบ Director 8.5 กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ จากกลุ่มที่แตกต่างกันจากโรงเรียนปาลอสเวอร์เคสระดับมัธยม ความมุ่งหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้เพื่อสอนบทเรียนในเชิงลึกและเป็นเอกภาพของการหาปริมาตรของรูปสามมิติ บทความนี้อธิบายผลและนัยสำคัญของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทำการทดสอบภาคสนามแล้วซึ่งเป็นวิธีการส่งบทสอน ในการศึกษาให้นักเรียนตอบบทเรียนเชิงปฏิสัมพันธ์ ซึ่งมีการซ่อมเสริมที่ลงท้ายตัวอย่างโลกจริงเกี่ยวกับประโยชน์ของการเข้าใจปริมาณของรูปสามมิติ การประเมินด้วยแบบทดสอบก่อน และหลังการสอนให้ได้เครื่องมือประเมินผลการศึกษาพบว่าการสอนเสริมพิเศษครั้งนี้มีคุณค่าในการช่วยให้นักเรียนให้เรียนรู้วิธีการที่จะกำหนดปริมาตรของรูปสามมิติ

คาร์เตอร์ (Carter, 2004 : 1288-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิผลของบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่อาศัยเครือข่ายกับบทเรียนการสอนที่อาศัยการบรรยายแบบปกติในรายวิชาคณิตศาสตร์ซ่อมเสริมของวิทยาลัยรายวิชาหนึ่ง วิธีการศึกษาสอนรายวิชานี้แก่นักศึกษามหาวิทยาลัย 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามปกติโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเลย ใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ที่อาศัยเครือข่ายเป็นฐานของการประเมินและการเรียนรู้ที่ว่างของความรู้ที่รวมกันกับการสอนที่อาศัยการบรรยายเป็นฐานสำหรับกลุ่มทดลองทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองในตอนเริ่มต้นภาคเรียนและตอนปลายภาคเรียน นำอัตราการถอนตัวและอัตราการสอบผ่านของนักศึกษามาเปรียบเทียบกันสำหรับ 2 กลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ประมวลขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่การใช้แบบทดสอบค่า t กลุ่มเปรียบเทียบและแบบทดสอบค่า t กลุ่มอิสระ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และแบบทดสอบค่า z ผล การทดสอบค่าเปรียบเทียบแสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นผลของการสอนที่แต่ละกลุ่มได้รับอย่างไรก็ตามการทดสอบค่า t อิสระและการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในแต่ละกลุ่มหลังเสร็จสิ้นการศึกษาแล้ว นอกจากนี้ผลการทดสอบค่า t อิสระและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม แสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในเจตคติระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้วผลการวิเคราะห์การทดสอบค่า z แสดงให้เห็นด้วยว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในอัตราการถอนตัวและอัตราการสอบผ่านระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่เป็นนามธรรมและกึ่งนามธรรม การที่จะสอนให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้น จะต้องใช้เวลาค่อนข้างมากและสื่อที่จะนำมาใช้ในการสอนนั้นจะต้องมีความน่าสนใจ ให้ผู้เรียนอยากจะเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคิดที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์