

การประเมินทั้งนี้เพื่อช่วยในการตรวจสอบเนื้อหาที่อาจจะสับสน ไม่ชัดเจน ตกหล่นและเนื้อหาที่อาจจะยากหรือง่ายจนเกินไปสำหรับผู้เรียน

### 5.5 ขั้นตอนการสร้าง / เขียนโปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนการสร้าง / การเขียนโปรแกรมนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สมัยก่อนหากใช้คำว่าเขียนโปรแกรมทุกคนก็จะนึกถึงการ โปรแกรมด้วยภาษาต่างๆเช่น เบสิกหรือ ปาสคาล ฯลฯ แต่ในปัจจุบันการเขียนโปรแกรมนั้นอาจหมายถึงการใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการสร้างบทเรียน เช่น Macromedia Authorware , Multimedia Toolbook ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสมการใช้โปรแกรมช่วยสอนในการสร้างผู้ใช้จะสามารถได้มาซึ่งงานที่ตรงกับความต้องการและลดเวลาในการสร้างได้ในส่วนหนึ่ง หากโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไม่เหมาะกับการงานที่มีความสลับซับซ้อนมาก อย่างไม่ก็ดีเมื่อผู้ออกแบบเลือกแล้วที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้ออกแบบจะต้องใช้เวลาในการเลือกโปรแกรมที่เหมาะสม ปัจจัยหลักในการพิจารณาโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมนั้น ได้แก่ ด้านของฮาร์ดแวร์ ลักษณะและประเภทของบทเรียนที่ต้องการสร้าง ประสิทธิภาพของผู้สร้างและด้านงบประมาณ ในด้านของฮาร์ดแวร์นั้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมายของผู้ใช้บทเรียน กล่าวคือ ผู้ที่จะใช้บทเรียนนั้นมีข้อจำกัดทางด้านฮาร์ดแวร์หรือไม่ อย่างไร เช่น ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทใด ความเร็วเท่าใด ระบบจัดการที่มากับฮาร์ดแวร์เป็นระบบใด มีระบบมัลติมีเดียหรือไม่อย่างไร เป็นต้น

### 5.6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เอกสารประกอบบทเรียนอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมต่างๆ ไป ผู้เรียนและผู้สอนย่อมมีความต้องการแตกต่างกันไป ดังนั้นคู่มือสำหรับผู้เรียนและผู้สอนจึงต้องไม่เหมือนกัน ผู้สอนอาจต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรม การเข้าไปดูข้อมูลผู้เรียนและการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ในหลักสูตร นอกจากนี้ยังต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจว่าจะใช้โปรแกรมนั้นหรือไม่และใช้อย่างไร ผู้เรียนอาจต้องการข้อมูลในการจัดการกับบทเรียนและการสืบไปในบทเรียน คู่มือปัญหาเทคนิคก็มีความจำเป็นหากการติดตั้งบทเรียนมีความสลับซับซ้อนหรือต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น การติดตั้งแลน เป็นต้น เอกสารเพิ่มเติมประกอบก็อาจได้แก่ แผนภาพ ข้อสอบ ภาพประกอบหรือ เอกสารที่ใช้ประกอบการเรียนต่างๆ เป็นต้น

## 5.7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and revise)

ในช่วงสุดท้าย บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอ นั้นผู้ที่ควรจะทำ的评价是ผู้ที่มีการประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ใช้บทเรียน หรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังอาจทดสอบความรู้ผู้เรียนหลังจากที่ได้ทำการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นๆแล้ว โดยผู้เรียนจะต้องมาจากผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมการทดสอบนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

## 6. ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นจำนวนมาก และเป็นที่ยอมรับกันว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

ขนิษฐา ชานนท์ ( 2532 : 9) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น หรืออย่างน้อยก็เทียบเท่ากับการเรียนตามปกติ
2. การเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะลดเวลาเรียนลง เมื่อเทียบกับการสอนปกติ
3. ผู้เรียนมักมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชานั้นๆและสนใจการเรียนขึ้น
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นคิวเตอร์ส่วนตัวของนักเรียนได้ดี โดยเฉพาะนักเรียนที่ขาดเรียนและประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียนได้อัตโนมัติ

วารินทร์ รัชมีพรหม (2531 : 192 – 193) , บุญเลิศ ทัดดอกไม้ (2539 : 54) , กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 198) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนเรียนได้ตามความช้าเร็วของตนเอง ทำให้สามารถควบคุมอัตราเร่งของการเรียนได้ด้วยตนเอง
2. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่รวดเร็วด้วย
3. ผู้เรียนมักมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชานั้นๆและสนใจในการเรียนมากขึ้น
4. ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลาในเวลาเรียนในการเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนเองให้ทันผู้เรียนอื่นได้

5. สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับทันที และให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนทำให้เกิดความเข้าใจให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียน
6. ทำให้ผู้เรียนได้คิดและรวดเร็วกว่าการสอนปกติ ลดการสิ้นเปลือง เวลาของผู้เรียน
7. สามารถประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ จากการทำแบบทดสอบ และแบบฝึกหัด
8. สามารถสอนความคิดรวบยอด และทักษะขั้นสูงที่ยากต่อการสอนโดยครูหรือการเรียนที่ใช้ตำรา โดยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพบสถานการณ์และทดลองแก้ปัญหาด้วยตนเอง
9. คอมพิวเตอร์ให้การสอนที่เชื่อถือได้ทุกครั้งแก่ผู้เรียน โดยไม่เกี่ยวกับผู้สอนแต่อย่างใด

## 7. ทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นต้องอาศัยทฤษฎีและจิตวิทยาการเรียนรู้มาช่วยในการออกแบบเพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสนองความต้องการของผู้เรียนและช่วยพัฒนาผู้เรียนได้เต็มตามศักยภาพของแต่ละคน พรเทพ เมืองแมน (2544 :14–19) บุญผชาติ ทัพพิกรณ์ (2544 : 35 – 42) ได้กล่าวถึงทฤษฎีทางจิตวิทยาการเรียนรู้ ที่มีอิทธิพลต่อแนวคิดในการออกแบบบทเรียนแบบโปรแกรม หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

### 7.1 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)

นักจิตวิทยาในกลุ่มที่มีความเชื่อในทฤษฎีพฤติกรรมนิยม ที่มีชื่อเสียงมากที่สุดได้แก่ สกินเนอร์ (B.F Skinner) โดยนักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีความเชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก และเชื่อในทฤษฎีเกี่ยวกับการวางเงื่อนไข (Operant Conditioning) โดยมีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (S-R Theory) และการให้การเสริมแรง (Reinforcement) ทฤษฎีนี้เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการที่มนุษย์ตอบสนองต่อสิ่งเร้า และพฤติกรรมการตอบสนองจะเข้มข้นขึ้น หากได้รับการเสริมแรงที่เหมาะสม

สกินเนอร์ได้สร้างเครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) ขึ้น และต่อมาได้พัฒนาเป็นบทเรียนแบบโปรแกรม โดยที่บทเรียนแบบโปรแกรมของสกินเนอร์จะเป็นบทเรียนในลักษณะเชิงเส้นตรง (Liner) ซึ่งเป็นบทเรียนที่ผู้เรียนทุกคน จะได้รับการเสนอเนื้อหาเรียงตามลำดับตั้งแต่ต้นจนจบเหมือนกัน นอกจากนั้น ก็จะมีคำถามในระหว่างการเรียนรู้เนื้อหาแต่ละตอน โดยอาจจะเป็น

การเสริมแรงทางบวก เช่น คำชมเชย หรือเสริมแรงทางลบ เช่น การให้กลับไปศึกษาบทเรียนอีกครั้งหรือคำอธิบายเพิ่มเติม เป็นต้น

## 7.2 ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism)

ทฤษฎีปัญญานิยมนี้ มีแนวคิดที่แตกต่างไปจากทฤษฎีพฤติกรรมนิยม โดยทฤษฎีนี้จะเน้นในเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล เชื่อว่ามนุษย์มีความแตกต่างกันทั้งในด้านความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ ความสนใจ และความถนัด ดังนั้น ในการเรียนรู้ก็จะมีกระบวนการ หรือขั้นตอนแตกต่างกัน นักจิตวิทยาที่มีชื่อเสียงในกลุ่มนี้ ได้แก่ คราวเดอร์ (Crowder) โดยคราวเดอร์ได้ออกแบบเรียนแบบโปรแกรมในลักษณะสาขา (Branching) ซึ่งเป็นบทเรียนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การมีอิสระในการเลือกลำดับของการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง ผู้เรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องเรียนตามลำดับที่เหมือนกัน เนื้อหาของบทเรียนจะได้รับการนำเสนอ โดยขึ้นอยู่กับความสนใจ ความถนัด และความสามารถของผู้เรียนเป็นสำคัญ

## 7.3 ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory)

ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ เป็นทฤษฎีที่อยู่ภายใต้ทฤษฎีปัญญานิยม เพียงแต่ทฤษฎีโครงสร้างความรู้จะเน้นในเรื่องของโครงสร้างความรู้ โดยเชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ของมนุษย์นั้น มีลักษณะที่เชื่อมโยงกันเป็นกลุ่ม หรือโหนด (Node) การที่มนุษย์จะเรียนรู้อะไรใหม่ ๆ นั้น จะเป็นการนำความรู้ใหม่ ๆ นั้น ไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม นอกจากนั้น ทฤษฎีนี้ยังมีความเชื่อเกี่ยวกับความสำคัญของการรับรู้ โดยเชื่อว่าการรับรู้เป็นสิ่งสำคัญของการเรียนรู้ไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นโดยปราศจากการรับรู้ จากการกระตุ้นจากเหตุการณ์หนึ่ง ๆ ทำให้เกิดการรับรู้ และการรับรู้จะเป็นการสร้างความหมาย โดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม นอกจากนั้น โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เราเคยเรียนรู้มาอีกด้วย

แนวคิดตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้นี้ ส่งผลในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาที่มีการเชื่อมโยงกันไปมา คล้ายใยแมงมุม (Webs) หรือบทเรียนในลักษณะที่เรียกว่า บทเรียนแบบสื่อหลายมิติ (Hypermedia) โดยมีการวิจัยหลายชิ้นสนับสนุนว่า การจัดระเบียบโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ในลักษณะสื่อหลายมิติจะตอบสนองวิธีการเรียนรู้ของมนุษย์ ในความพยายามที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมได้เป็นอย่างดี (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541 : 55)

## 7.4 ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility Theory)

เป็นทฤษฎีที่เกิดขึ้นใหม่เมื่อไม่นานมานี้ คือ ประมาณต้นปี ค.ศ. 1990 เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากทฤษฎีโครงสร้างความรู้ โดยมีความเชื่อเกี่ยวกับโครงสร้างความรู้เช่นกัน แต่ได้ศึกษา

เกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างขององค์ความรู้ของสาขาวิชาต่าง ๆ และได้ข้อสรุปว่า ความรู้แต่ละองค์ความรู้ นั้น มีโครงสร้างที่แน่ชัด และสลับซับซ้อนมากมายแตกต่างกันไป โดยองค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์กายภาพ นั้น จะมีลักษณะโครงสร้างที่ตายตัว ไม่สลับซับซ้อน เนื่องจากมีความเป็นตรรกะและเป็นเหตุเป็นผลที่แน่นอน ในขณะที่องค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น จิตวิทยาหรือสังคมวิทยา จะมีลักษณะโครงสร้างที่สลับซับซ้อนและไม่ตายตัว อย่างไรก็ตาม ในสาขาวิชาหนึ่ง ๆ นั้น มิใช่จะมีลักษณะโครงสร้างที่ตายตัวหรือสลับซับซ้อนทั้งหมด ในบางส่วนขององค์ความรู้ อาจจะมีโครงสร้างที่ตายตัว ในขณะที่บางส่วนขององค์ความรู้ ก็อาจจะมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อนได้

แนวคิดตามทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา นี้ ส่งผลต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อหลายมิติด้วยเช่นกัน เพราะการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนแบบสื่อหลายมิติ สามารถตอบสนองความแตกต่างของโครงสร้างองค์ความรู้ที่ไม่ชัดเจน หรือสลับซับซ้อนได้เป็นอย่างดี

## 8. การประยุกต์ทฤษฎีทางจิตวิทยาการเรียนรู้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการพัฒนาและออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพ ได้มีการนำแนวคิดทางด้านจิตวิทยาพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์มาใช้ในการพัฒนาและออกแบบด้วย โดยแนวคิดทางด้านจิตวิทยา การเรียนรู้ที่นำมาใช้ ได้แก่ ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความเข้าใจ ความกระตือรือร้นในการเรียน แรงจูงใจ การควบคุมการเรียนการถ่ายโอนการเรียนรู้ และการตอบสนองความแตกต่างรายบุคคล อัลเลซซี่และทรอลลีป (Alessi and Trollip, 1991 อ้างถึงใน ถนอมพร เลาหงษ์แสง, 2541 : 57 – 67)

1. ความสนใจ และ การรับรู้อย่างถูกต้อง (Attention and Perception) การเรียนรู้ของมนุษย์นั้นเกิดจากการที่มนุษย์ให้ความสนใจกับสิ่งเร้า (Stimuli) การรับรู้ (Perception) สิ่งเร้าต่างๆ นั้นอย่างถูกต้องอย่างไรก็ดี หากมีสิ่งเร้าเข้ามาพร้อมกันหลายตัวและมนุษย์ไม่ได้ให้ความสนใจกับตัวกระตุ้นที่ถูกต้องอย่างเต็มที่ การรับรู้ที่ต้องการก็ไม่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องออกแบบให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายและเที่ยงตรงที่สุด การที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจกับสิ่งเร้าและรับรู้สิ่งเร้าต่างๆ นั้นอย่างถูกต้องนั้น ผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ตัวอย่างได้แก่ รายละเอียดและความเหมือนจริงของบทเรียน การใช้สื่อประสมและการใช้เทคนิคพิเศษทางภาพ (Visual Effect) ต่าง ๆ เข้ามาเสริมบทเรียนเพื่อกระตุ้น

ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ไม่ว่าจะเป็น การใช้เสียง การใช้ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว นอกจากนี้ ผู้สร้างยังต้องพิจารณาถึง การออกแบบหน้าจอ การวางตำแหน่งของสื่อต่าง ๆ บทหน้าจอ รวมทั้ง การเลือกชนิดและขนาดของตัวอักษรหรือการเลือกสีที่ใช้ในบทเรียนอีกด้วย

2. การจดจำ (Memory) สิ่งที่มีมนุษย์เรารับรู้นั้นจะถูกเก็บเอาไว้และเรียกกลับมาใช้ในภายหลัง แม้ว่ามนุษย์จะสามารถจำเรื่องต่าง ๆ ได้มากแต่การที่จะแน่ใจว่าสิ่งต่าง ๆ ที่เรารับรู้นั้นได้ถูกจัดเก็บไว้อย่างเป็นระเบียบและพร้อมที่จะนำมาใช้ในภายหลังนั้นเป็นสิ่งที่ยากจะควบคุมโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสิ่งที่รับรู้นั้นมีอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น การเรียนศัพท์ใหม่ ๆ ในภาษาอื่น ๆ เป็นต้น ดังนั้น เทคนิคการเรียนเพื่อที่จะช่วยในการจัดเก็บหรือจดจำสิ่งต่าง ๆ นั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์สำคัญที่จะช่วยในการจดจำได้ดี 2 ประการ คือ หลักในการจัดระเบียบหรือโครงสร้างเนื้อหา (Organization) และหลักการซ้ำ (Repetition) เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 วิธีแล้ว วิธีการจัดโครงสร้างเนื้อหาให้เป็นระเบียบและแสดงให้ผู้เรียนดู นั้นง่ายและมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการให้ผู้เรียนทำซ้ำ ๆ จากงานวิจัยต่าง ๆ เราสามารถแบ่งการจัดระบบเนื้อหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ลักษณะเชิงเส้นตรง ลักษณะสาขา ลักษณะสื่อหลายมิติ นอกจากการจัดระเบียบเนื้อหาในลักษณะต่าง ๆ แล้วการให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ นั้นเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ที่เราไม่สามารถจัดลำดับเนื้อหาได้ เช่น การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด นอกจากนี้การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องคำนึงถึงความสามารถในการจำของผู้เรียนด้วย

3. ความเข้าใจ (Comprehension) การที่มีมนุษย์จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันนั้น มนุษย์จะต้องผ่านขั้นตอนในการนำสิ่งที่มนุษย์รับรู้นั้นมาตีความและบูรณาการให้เข้ากับประสบการณ์และความรู้ในโลกปัจจุบันของมนุษย์เอง โดยการเรียนรู้ที่ถูกต้องนั้นไม่ใช่เพียงการจำและการเรียกสิ่งที่เรานำนั้นกลับคืนมา หากอาจรวมไปถึงความสามารถที่จะอธิบาย เปรียบเทียบ แยกแยะ และประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในสถานการณ์ที่เหมาะสม เป็นต้น หลักการที่มีอิทธิพลมากต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ หลักการเกี่ยวกับการได้มาซึ่งแนวคิด (Concept Acquisition) และการประยุกต์ใช้กฎต่าง ๆ (Rule Application) ซึ่งหลักการทั้งสองนี้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวกับการประเมินความรู้ก่อนการใช้บทเรียน การให้คำนิยามต่าง ๆ การแทรกตัวอย่างการประยุกต์กฎ และการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายโดยใช้ข้อความของตนโดยมีวัตถุประสงค์ของการเรียนเป็นคำกำหนดรูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกิจกรรมต่าง ๆ ในบทเรียน

4. ความกระตือรือร้นในการเรียน (Active Learning) การเรียนรู้ของมนุษย์นั้นไม่ใช่เพียงแต่การสังเกตหากรวมไปถึงการปฏิบัติด้วย การมีปฏิสัมพันธ์ ไม่เพียงแต่ความสนใจได้เท่านั้น หากยัง

ช่วยทำให้เกิดความรู้และทักษะใหม่ ๆ ในผู้เรียนหนึ่งในข้อได้เปรียบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเหนือสื่อการสอนอื่น ๆ ก็คือความสามารถในเชิงโต้ตอบกับผู้เรียน อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการเน้นความสำคัญในส่วนของปฏิสัมพันธ์มาก พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากมายที่ผลิตออกมา นั้นจะมีปฏิสัมพันธ์ภายในบทเรียนน้อยทำให้เกิดบทเรียนที่น่าเบื่อหน่าย การที่จะออกแบบบทเรียนอย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นั้น ๆ จะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและเนื้อหาอันเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

5. แรงจูงใจ (Motivation) แรงจูงใจที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองและเกมเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างแรงจูงใจเนื่องจากลักษณะพิเศษของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 2 ประเภทนั่นเอง นอกจากนี้มีทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจที่น่าสนใจหลายทฤษฎีที่ได้อธิบายถึงเทคนิคต่าง ๆ ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน

ทฤษฎีแรงจูงใจที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น ทฤษฎีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจภายนอกของเลปเปอร์ (Lepper), ทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจของมาโลน (Malone) และทฤษฎีแบบจำลองอาร์คส (ARCS Model)

5.1 ทฤษฎีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจภายนอกของเลปเปอร์ (Intrinsic and Extrinsic Motivation) เลปเปอร์ (Lepper) เชื่อว่าแรงจูงใจที่ใช้ในบทเรียนควรจะเป็นแรงจูงใจภายในหรือแรงจูงใจที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน มากกว่าแรงจูงใจภายนอกที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน แต่เป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ เช่น การได้เล่นเกมหลังการเรียน แต่จากการวิจัยของเลปเปอร์พบว่าแรงจูงใจภายนอกอาจทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนน้อยลงเนื่องจากเป้าหมายของการเรียนนั้นได้แก่รางวัลที่จะได้รับมากกว่าการเรียนรู้ แต่หากการสอนทำให้เกิดแรงจูงใจภายใน คือ การสอนที่ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน

5.2 ทฤษฎีการสร้างแรงจูงใจของมาโลน (Malone) ปัจจัย 4 ประการที่ทำให้เกิดแรงจูงใจตามทฤษฎีนี้ได้แก่ ความท้าทาย จินตนาการ ความอยากรู้อยากเห็นและความรู้สึกที่ได้ควบคุมบทเรียนซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 ความท้าทาย (Challenge) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรที่จะมีกิจกรรมซึ่งท้าทายผู้เรียน กิจกรรมซึ่งท้าทายผู้เรียนนี้จะต้องมีเป้าหมาย (Goal) ที่ชัดเจนและเหมาะสมกับผู้เรียน (ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป) นอกจากนี้ยังควรที่จะให้โอกาสผู้เรียนในการเลือกระดับความยากง่ายของกิจกรรมตามความต้องการและความสามารถ

5.2.2 จินตนาการ (Fantasy) จินตนาการคือ การที่ผู้เรียนวาดภาพของเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งหรือสร้างภาพว่าตัวเองอยู่ในเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง แม้ว่าปรกติแล้วการ

สร้างจินตนาการนี้มักจะไปด้วยกันกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม หากผู้พัฒนาก็สามารถใช้การสร้างจินตนาการในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภทอื่น ๆ เช่น ดิวเตอร์ ได้การให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการนี้จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างภาพตนเองในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลความรู้ที่กำลังทำการศึกษายู่ได้

5.2.3 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) ความอยากรู้อยากเห็นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

5.2.3.1 ความอยากรู้อยากเห็นทางความรู้สึก (sensory curiosity) ความอยากรู้อยากเห็นที่เริ่มจากการถูกกระตุ้นความรู้สึกผ่านทางโสต (การได้ยิน) และทัศนะ (การเห็น) โดยสิ่งเร้าที่แปลกใหม่และดึงดูดความสนใจ และการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการใช้สื่อรูปแบบต่าง ๆ ในการนำผลเสนอที่แปลกใหม่และดึงดูดความสนใจอยู่ตลอดเวลาบนหน้าจอจะช่วยคงความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน

5.2.3.2 ความอยากรู้อยากเห็นทางปัญญา (cognitive curiosity) ความอยากรู้อยากเห็นทางปัญญา คือ ความอยากรู้อยากเห็นในลักษณะของความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่ ที่ไม่คาดหวัง ไม่แน่นอน ที่เป็นข้อยกเว้น แตกต่างไปจาก กฎเกณฑ์หรือไม่สมบูรณ์ เป็นต้น เหตุการณ์ที่ที่ไม่คาดหวัง ไม่แน่นอน ฯลฯ เหล่านี้เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ นั้น

5.2.4 ความรู้สึกที่ได้ควบคุม (Control) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ดีจะต้องออกแบบให้มีความชัดเจน กล่าวคือ ผู้เรียนจะสามารถเห็นผลลัพธ์ที่ต่างกัน ได้จากการเรียนเนื้อหาเดียวกันโดยวิธีที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ต่างกันนี้เป็นผลมาจากความสามารถทางการเรียนที่ต่างกัน และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องออกแบบให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะเลือกลำดับการเรียนของตน หรือระดับความยากของการเรียนได้ตามความถนัดความสามารถและความสนใจของผู้เรียนได้

5.3 ทฤษฎีแบบจำลองอาร์คส (ARCS Model) ทฤษฎีแบบจำลองอาร์คส ได้แก่ การเร้าความสนใจ ความรู้สึกเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ความมั่นใจและความพึงพอใจของผู้เรียน

การเร้าความสนใจ (Arouse) การเร้าความสนใจจะต้องไม่จำกัดเฉพาะในช่วงแรกของบทเรียนเท่านั้น หากเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบที่จะต้องพยายามทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจตลอดทั้งบทเรียน วิธีหนึ่งซึ่งเรียกความสนใจจากผู้เรียนได้ดีก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นนั่นเอง ซึ่งสามารถทำได้ใน 2 ลักษณะดังที่ได้อธิบายไว้แล้วข้างต้น

ความรู้สึกเกี่ยวกับเนื้อหา (Relevant) ความรู้สึกเกี่ยวกับเนื้อหา คือ การทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่สิ่งที่ตนกำลังเรียนอยู่นั้นมีความหมายหรือประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนเอง เช่นการใช้ตัวอย่างที่มีบริบทตรงกับความสนใจและสาขาของผู้เรียน

ความมั่นใจ (Confidence) การทำให้ผู้เรียนทราบถึงสิ่งที่ตนเองควรความคาดหวังในการเรียนและโอกาสในการทำให้สำเร็จตามความคาดหวัง พร้อมทั้งคำแนะนำที่มีประโยชน์ เป็นการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียน นอกจากนี้ยังควรให้ผู้เรียนได้ควบคุมการเรียนของตนด้วยซึ่งในขั้นนี้จะคล้ายกับทฤษฎีของมาโลนในเรื่องความท้าทายและการควบคุม

ความพึงพอใจของผู้เรียน (Satisfaction) การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนมากขึ้นนั้นทำได้โดยการจัดหากิจกรรมซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่ตนเรียนมาในสถานการณ์จริงและจัดหาผลป้อนกลับในทางบวกหลังจากที่ผู้เรียนได้แสดงความก้าวหน้าและให้คำปลอบใจเมื่อผู้เรียนทำผิดพลาดทั้งนี้จะต้องอยู่บนฐานของความยุติธรรมด้วย

6. การควบคุมบทเรียน (Learner Control) ตัวแปรสำคัญในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แก่ การออกแบบการควบคุมบทเรียน ซึ่งได้แก่ การควบคุมลำดับการเรียน เนื้อหา ประเภทของการเรียน ฯลฯ การควบคุมบทเรียนมีอยู่ 3 ลักษณะด้วยกัน คือ การให้โปรแกรมเป็นผู้ควบคุม (Program Control) การให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม (Learner Control) และการผสมผสานระหว่างโปรแกรมและผู้เรียน (Combination) งานวิจัยได้แสดงให้เห็นว่า การปล่อยให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนนั้นไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดผลที่ดีเสมอไป การที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนหรือมีอำนาจในการเลือกที่จะเรียนโดยอิสระ เช่น เลือกที่จะเรียนเนื้อหาใด ไม่เรียนเนื้อหาใด เรียนเนื้อหาใดก่อน เนื้อหาใดหลัง ออกจากบทเรียนเมื่อใด ทำแบบฝึกหัด มากน้อยเพียงใด ผ่านเกณฑ์เท่าใดนั้น จะทำให้เกิดผลดีภายใต้เงื่อนไข

7. การถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of Learning) โดยปกติแล้วการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นจะเป็นการเรียนรู้ในขั้นแรกก่อนที่จะมีการนำไปประยุกต์ใช้จริง การนำความรู้ที่ได้จากการเรียนในบทเรียนและขัดเกลาแล้วนั้นไปประยุกต์ใช้จริงก็คือ การถ่ายโอนการเรียนรู้นั่นเอง สิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของมนุษย์ในการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้แก่ ความเหมือนจริง (fidelity) ของบทเรียน ประเภท ปริมาณและความหลากหลายของปฏิสัมพันธ์และประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการฝึกอบรมใด ๆ การถ่ายโอนการเรียนรู้ถือเป็นผลการเรียนรู้ที่พึงปรารถนาที่สุด

8. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) ผู้เรียนแต่ละคนมีความเร็วช้าในการเรียนรู้แตกต่างกันไป ผู้เรียนบางคนจะเรียนได้ดีจากบางประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การออกแบบให้บทเรียนมีความยืดหยุ่นเพื่อที่จะตอบสนองความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นสิ่งสำคัญ แม้ว่าการตอบสนองความแตกต่างรายบุคคลถือเป็นข้อได้เปรียบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการพัฒนาออกมาจำนวนมากกลับไม่ได้คำนึงถึงข้อได้เปรียบนี้เท่าที่ควร ในส่วนที่เกี่ยวข้อกับการเรียนรู้นั้น มนุษย์มีความ

แตกต่างกันไปทั้งในด้านของบุคลิกภาพ สติปัญญา วิธีการเรียนรู้และลำดับของการเรียนรู้ ดังนั้น การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างเหล่านี้ให้มากและออกแบบให้ตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคลให้มากที่สุด เช่น การจัดหาความช่วยเหลือสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนซึ่งหมายรวมถึง การจัดให้มีการประเมินก่อนเรียนทั้งนี้ จะได้ทราบว่าผู้เรียนคนใดที่จัดว่าเป็นนักเรียนที่เรียนอ่อน และจะได้จัดการให้คำแนะนำในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 8) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษาฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนและรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด

นิภา เมทชาวิชัย (2536 : 65) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับ และพัฒนามาจากการเรียนการสอนวิชาต่างๆ โดยครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

ศิริพร สุวรรณการณ (2546 : 41) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนอบรมแล้ว การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดระดับความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนแล้ว

กระทรวงศึกษาธิการ (2535 : 13) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึงความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใดได้โดยเฉพาะ

คลอฟเฟอร์ (Klopfer, 1971 : 574 – 580 อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2537 : 95 – 100) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดพฤติกรรมที่เกิดจากความสามารถทางสมองหรือด้านสติปัญญาของนักเรียนเมื่อผ่านการเรียนการสอนแล้ว ซึ่งมี 4 ด้านดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่างๆที่ได้

รับจากการค้นคว้าด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือและการฟังคำบรรยาย

2. พฤติกรรมความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ ความจำ สามารถบรรยายรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียน และแปลความหมายของความรู้ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของอีกสัญลักษณ์หนึ่ง มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ คุณลักษณะที่แสดงถึงระดับความรู้ ความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ และทำให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลสำเร็จ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลักในการวางแผนออกข้อสอบดังนี้ (Ebel, 1965 : 57 – 80 อ้างถึงใน ปราณี ทองคำ , 2539 : 19 –20 )

### 1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอบ

ในการเรียนการสอนอาจมีการสอบหลายครั้ง เช่น ทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทดสอบรวมปลายภาคเรียน ทดสอบเพื่อวินิจฉัย ทดสอบเพื่อคัดเลือก เป็นต้น ครูจะต้องกำหนดว่าจะใช้แบบทดสอบเพื่อวัดจุดมุ่งหมายใด เมื่อไร เพื่อจะได้ออกข้อสอบที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการ

## 2. กำหนดพฤติกรรมต่างๆที่ต้องการเน้น

ในการสอบแต่ละครั้งครูจะต้องกำหนดว่าจะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย หรือทักษะพิสัย การทดสอบความสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน จำนวนข้อสอบในเนื้อหาสาระแต่ละตอนจะต้องสัมพันธ์กับน้ำหนักความสำคัญ และเนื้อหาในคอนนั้นๆวิธีการที่จะช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายนี้คือ การจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร

## 3. เลือกรูปแบบข้อสอบ

ประเภทของข้อสอบที่ใช้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการสอบ และองค์ประกอบอื่นๆอีกหลายอย่าง เช่นพฤติกรรมที่ต้องการวัด ลักษณะเนื้อหาวิชา ธรรมชาติของผู้สอบ เป็นต้น ข้อสอบแต่ละแบบจะมีลักษณะเด่นและลักษณะด้อยแตกต่างกันไป

## 4. เวลาที่ใช้ในการสอบ

เวลาที่ใช้ในการสอบขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการสอบ เช่น ทดสอบย่อย หรือทดสอบรวมระดับชั้นของผู้เรียน ธรรมชาติของวิชา โดยเวลาที่ทั่วไปในเวลาสอบจะสัมพันธ์กับจำนวนข้อสอบ แบบทดสอบที่มีความยาวจะมีค่าความเที่ยงของคะแนนสูงขึ้น

## 5. กำหนดจุดประสงค์ในการเรียนการสอนที่จะออกข้อสอบ

ข้อสอบควรเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอนไปแล้ว แต่ในการสอบบางครั้งนั้นไม่สามารถที่จะวัดได้ครบทุกจุดประสงค์ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเลือกจุดประสงค์ที่สำคัญมาเป็นตัวแทนของสิ่งที่สอนไปแล้วมาสอบวัด

## 6. ตัดสินใจว่าข้อสอบควรมีความยากง่ายระดับใด

ข้อสอบจะมีความยากง่ายระดับใด ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการใช้แบบสอบถ้าต้องการใช้แบบสอบเพื่อวินิจฉัยความบกพร่องของนักเรียน ถ้าเป็นแบบทดสอบที่ต้องการใช้ประเมินผลการเรียนข้อสอบควรมีความยากง่ายปานกลาง เพื่อให้นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งตอบถูกและนักเรียนครึ่งหนึ่งตอบผิด ทำให้ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง

## 7. กำหนดวิธีการตอบแบบสอบของนักเรียน

ในบางครั้งแบบสอบจะมีข้อสอบหลายๆรูปแบบ เช่น มีทั้งข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบอัตนัย ครูจะต้องกำหนดลักษณะการตอบข้อสอบแต่ละแบบให้ชัดเจน เช่น ให้ทำในตัวข้อสอบ หรือให้ตอบในกระดาษคำตอบ โดยแยกเป็นตอน ไม่ปะปนกัน ทั้งนี้ครูจะต้องกำหนดวิธีการตรวจข้อสอบ ไปพร้อมๆกันด้วย เช่น ตรวจด้วยมือหรือตรวจด้วยเครื่องตรวจ

## 8. กำหนดวิธีการจำแนกผลการทดสอบ

เมื่อตรวจให้คะแนนเรียบร้อยแล้วจะแจกแจงและแปลความหมายของคะแนนอย่างไรใช้ระบบอิงเกณฑ์หรือกลุ่ม เป็นต้น

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้วิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผลทั้งสองส่วนเพื่อความสะดวกในการประเมินผล (ประวัติ ชูศิลป์, 2524 : 21 –31) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่า นักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด ดังนี้

1. ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ ทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้ไปแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น เราจะต้องวัดผลสัมฤทธิ์ให้ครอบคลุมทั้งทางด้านความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เข้ามามีบทบาทและเป็นที่ยอมรับกัน ในวงการศึกษ ทำให้นักการศึกษาตลอดจนนักเทคโนโลยีทางการศึกษาต่างให้ความสนใจในการศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากมายดังนี้

### 1. งานวิจัยในประเทศ

ดวงแข เพชรเรือนทอง ( 2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 มิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและใช้แบบเรียน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมโดยใช้แบบเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประกายวรรณ มณีแจ่ม (2536 : 79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและเรียนตามคู่มือครู สสวท. ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันติ ม่วงปาน (2530 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี ผลปรากฏว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และพบว่านักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นมากกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งสองกรณี

วีระศักดิ์ สุนทรวิภาค (2530 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมใช้เอกสารการสอนเสริม ใช้เวลาทดลอง 12 คาบ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไพฑูรย์ นพภาค (2535 : 57) ได้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับซ่อมเสริมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงถึงเกณฑ์มาตรฐาน 60/60 โดยทำได้ถึง 75/70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

รัฐการ คุรุจิต (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดี่ยวและแบบจับคู่ในการสอนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2538 โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดี่ยว กลุ่มที่ 2 เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจับคู่ กลุ่มที่ 3 เรียน โดยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนซ่อมเสริมด้วยวิธีปกติให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุคาคี ปณะราช (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์โดยทดลองกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนได้รับการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีระพงษ์ แสงชูโต (2532 : 4) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนซ่อมเสริม วิชาเคมี โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน สายน้ำผึ้ง กรุงเทพฯ จำนวน 26 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมโดยการสุ่มอย่างง่าย แบบจับคู่คะแนน กลุ่มทดลองเรียนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมปกติ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดเห็นว่าควร ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมร้อยละ 100 ตามเกณฑ์การประเมินอย่างเบสส์

สมควร ศรีภูสิตโต (2539 : 43 –47) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริม วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ปีการศึกษา 2538 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า ร้อยละ 50 จำนวน 37 คน จับสลากแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 นักเรียนจะได้เรียนซ่อมเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายบุคคล จำนวน 19 คน และกลุ่มที่ 2 นักเรียนจะได้เรียนซ่อมเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือ จำนวน 18 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคล และแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จันทนา บุญยาภรณ์ (2539 : 59 – 60) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำไปทดลองใช้สอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุริยวิทยา จังหวัดสระแก้ว จำนวน 58 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ในเรื่องเครื่องกล จำนวน 87 คน โดยใช้กลุ่มนักเรียนจำนวน 28 คน ในขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม ผลของการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจากการทดสอบหลัง

การเรียนรู้ซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประจวบ เรื่องยังมี (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาโมโนมิติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดปัตตานี จำนวน 235 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือข้อสอบวัดมโนมิติ 1 ฉบับ จำนวน 16 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า มโนมิติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมของนักเรียนอยู่ในระดับสูงมาก และมโนมิติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดปัตตานี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

ซาลดาเนา-วิกา (Saldana-Vega , 1982 : 227) ได้ทำการศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาทัศนและผลสัมฤทธิ์ที่มีต่อการสอน 3 วิธี คือ

1. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเดี่ยว
2. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับครู
3. ครูสอนเพียงอย่างเดียว

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการสอนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่ได้รับการซ่อมเสริมจากครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การสอน 3 วิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อีตาร์ และกานีเอล (Idar and Ganiel, 1985 : 127 – 140) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การเรียนรู้ฟิสิกส์ที่ยากๆ ใน โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายต่อการพัฒนาวิธีการสอนซ่อมเสริมและการประเมินผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” ประชากรที่ใช้ศึกษา เป็นนักเรียนระดับ 9 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาประเทศอิสราเอล โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนแบบใหม่พร้อมกับการสอนปกติ กลุ่มควบคุมจะสอนตามปกติธรรมดา รูปแบบของการสอนซ่อมเสริมที่พัฒนาขึ้นนี้มีลักษณะที่จะให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนบ่อยๆทันที เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและแก้ความเข้าใจผิดต่างๆที่เกิดขึ้น ทำการทดลองเป็นเวลา 7 เดือน ผลปรากฏว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โรว์แลนด์ (Roland , 1988 : 780) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสองแบบ คือ แบบสถานการณ์จำลองกับแบบการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนัก

ศึกษาระดับมหาวิทยาลัย ผลการศึกษา สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน มีประสิทธิภาพสูงกว่า ในการเตรียมผู้เรียนสำหรับการทดสอบที่ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เฮิร์ส (Hurst , 1986 : 3738) ได้ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน เปรียบเทียบกับการสอนปกติ ในการสอนความรู้ภาควิชาการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา จำนวน 40 คน ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า นักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

รูเบน (Rubens, 1986 : 2133) ได้วิจัยเกี่ยวกับประสิทธิผลของสื่อขนาดของกรอบสอน และแบบของการตอบสนองที่มีต่อการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียน โปรแกรมและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาเบสิกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยจำนวน 40 คน เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน และอีก 40 คน เรียนจากบทเรียน โปรแกรมแบบทบทวน และจากการวิเคราะห์การทดสอบภายหลังการสอน พบว่า นักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน มีผลทดสอบภายหลังการสอนสูงกว่า และใช้เวลาในการเรียนมากกว่า กลุ่มนักศึกษาที่ใช้บทเรียน โปรแกรม อย่างไรก็ดีเวลาที่ใช้มากกว่านั้น เป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อ และขนาดของกรอบสอนเท่านั้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพสูง มีคุณสมบัติที่ดีในการสร้างแรงจูงใจและมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนทัศนคติของผู้เรียน ช่วยลดปัญหาด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลเพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสามารถของแต่ละคน ผู้วิจัยเห็นว่าควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้ให้นักเรียน ได้เรียนรู้ตามธรรมชาติของแต่ละคนอันจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสอนเนื้อหา โดยจะมีการนำเสนอเนื้อหา จัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝนและตอบโต้กับบทเรียน โดยจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ ในการนำเสนอเนื้อหาในบางหน่วยจะใช้การจำลองเหตุการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียน ได้สัมผัสกับเหตุการณ์ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริง มีภาพเคลื่อนไหวที่หลากหลาย มีการจำลองภาพเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบวงกลมให้นักเรียน ได้ศึกษาอย่างละเอียด ส่วนในด้านการฝึกฝน ในกิจกรรมที่เรียนนั้นจะมีแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียน ได้ฝึกฝนและปฏิบัติจนสามารถเข้าใจหรือจดจำเนื้อหาต่างๆ ได้ โดยจะมีแบบฝึกหัดที่หลากหลาย เช่น การให้ผู้เรียนจับคู่ เติมคำ ประนัย และแสดงส่วนประกอบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน ได้ฝึกฝนจนเข้าใจเพื่อจะได้เรียนเนื้อหาในเรื่องต่อไปได้ นอกจากนั้นแล้ว ยังมีการประเมินผลของผู้เรียนด้วย โดยจะมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อดูพัฒนาการและข้อบกพร่องของ

นักเรียนแต่ละคน ส่วนในด้านการออกแบบนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยใช้หลักการ 9 ชั้นของกาเย่ และได้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะเชิงเส้นและลักษณะสาขาสมกัน ไปเพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาในแต่ละส่วน ในด้านจิตวิทยานั้นผู้วิจัยได้สร้างโดยเน้นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนด้วยการออกแบบหน้าจอที่น่าสนใจ ใช้ภาพประกอบและตัวอักษรที่พอเหมาะ เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนให้มากที่สุด และมีการให้ผลย้อนกลับซึ่งถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง ในการควบคุมบทเรียนนั้นจะมีทั้งส่วนที่คอมพิวเตอร์ควบคุมให้และส่วนที่ผู้เรียนควบคุมเอง โดยในส่วนที่คอมพิวเตอร์ ควบคุมให้นั้นจะเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของเรื่องต่อไปถ้าไม่ผ่านแบบทดสอบก็ไม่สามารถเรียนเนื้อหาต่อไปได้ นอกจากนั้นแล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นยังตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยมีการทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องความรู้พื้นฐานเพื่อให้เหมาะสมและรองรับนักเรียนที่มีพื้นฐานยังไม่ดีพอ แต่ถ้าผู้เรียนคนใดมีพื้นฐานที่ดีแล้วก็สามารถข้ามส่วนนี้และเรียนเนื้อหาต่อไปได้เลย ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความเหมาะสมของแต่ละคน ได้เป็นอย่างดี