

บทที่ 2 ทฤษฎีสัมพันธและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดตามหัวข้อ
ต่อไปนี้

- 2.1 ทฤษฎีบทเรียนสำเร็จรูปเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 2.2 ทฤษฎีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 ทฤษฎีการหาคุณภาพและประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีบทเรียนสำเร็จรูปเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้และการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กระบวนการจัดการเรียนการสอนเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเป้าหมาย
หลักในการศึกษา โดยการนำทฤษฎีที่สำคัญทางจิตวิทยาการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้
ด้วยตนเอง แนวความคิด เทคนิคที่เป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีทางการศึกษานั้น มาใช้ประกอบ
จัดการเรียนการสอน ให้เกิดผลสัมฤทธิ์มากที่สุด

2.1.1.1 ความหมายของการเรียนรู้

กระบวนการที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายหลักของการจัดการศึกษา ความพยายามที่
จะแสวงหาแนวความคิด เทคนิค วิธีการ รวมทั้งสื่อที่จะนำมาใช้ประกอบในการจัดการเรียนการสอน
การศึกษาหลักการ และทฤษฎีจิตวิทยาในการเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้
ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ จึงมีนักการศึกษาทางด้านจิตวิทยาจำนวนไม่น้อย ที่มีความสนใจและทำการศึกษา
เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ และต่างก็ให้ความหมายของการเรียนรู้ที่แตกต่างกันไป ดังนี้

จิตรา วสุวนิช [4] กล่าวว่า การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นอย่างค่อนข้าง
ถาวรซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นผลจากประสบการณ์เดิมหรือการฝึกหัด

แสงเดือน ทวีสิน [5] กล่าวว่า การเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการ (Process) ที่อินทรีย์มีพฤติกรรม
เปลี่ยนแปลงไปอย่างถาวรหรือค่อนข้างถาวร อันเนื่องมาจากประสบการณ์หรือการฝึกหัดที่ เรียกว่า
เป็นกระบวนการเพราะการเรียนรู้ต้องอาศัยระยะเวลาในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

อาภรณ์ ใจเที่ยง [6] กล่าวว่า การเรียนรู้ คือ กระบวนการที่บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างถาวร อันเนื่องมาจากประสบการณ์หรือการฝึกหัด

สุวัฒน์ วัฒนวงศ์ [7] กล่าวถึง Crow and Crow ซึ่งกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ทำให้บุคคลมีการปรับตัวทั้งด้านส่วนตัว และทางด้านสังคม แนวความคิดของการเปลี่ยนแปลงใด ๆ จึงนับว่ามีการเรียนขึ้นนั่นเอง ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process)

ชูชีพ อ่อนโคกสูง [8] กล่าวว่า การเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมซึ่งเป็นผลของปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อสิ่งเร้า และยังมีความหมายว่า การปรับปรุง ซึ่งการปรับปรุงที่เกิดขึ้นนั้นอาจเป็นไปในทางที่ดีขึ้นหรือไม่ดีขึ้นก็ได้ ดังนั้น ในการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ทฤษฎีการเรียนรู้จึงถือเป็นหัวใจสำคัญมากในการสอน การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ในการเรียนการสอนนั้นสามารถทำได้ 4 ประการคือ

1. การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) เมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสเข้าร่วมในสถานการณ์การเรียนรู้แบบกระฉับกระเฉง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเกิดขึ้นอย่างมาก นักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมก็ต่อเมื่อได้มีการเสริมแรงการตอบสนองต่อสิ่งเร้า
2. การทราบผลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) การสะท้อนกลับทางภาษาไม่ควรช้าเกินครึ่งนาทีสำหรับการเรียนแบบโปรแกรม เพราะการตอบสนองช้า ทำให้การเสริมแรงหย่อนประสิทธิภาพ การให้คำติชมเข้าไป 6 นาที จะลดประสิทธิภาพการเรียนรู้ไปถึง 50%
3. การเสริมแรงเพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ที่เป็นความภาคภูมิใจ (Success Experience) การได้รู้ว่าทำอะไรได้สำเร็จก็ถือว่าเป็นการเสริมแรงไปในตัว ครูจึงควรต้องจัดสภาพงานที่จะให้นักเรียนภาคภูมิใจในความสำเร็จแม้เพียงเล็กน้อย
4. การให้ผู้เรียนได้ทบทวน และเรียนไปทีละน้อยตามลำดับขั้น (Gradual Approximation) จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ถาวร

สุรางค์ ไคว์ตระกูล [9] กล่าวว่า การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม หรือจากการฝึกหัดรวมทั้งการเปลี่ยนปริมาณความรู้ของผู้เรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ [10] ให้ความหมายว่า การเรียนรู้ หมายถึง การปรับเปลี่ยนทัศนคติ แนวคิด และพฤติกรรม อันเนื่องมาจากได้รับประสบการณ์ ซึ่งควรเป็นการปรับเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น

จากความหมายที่หลายท่านได้กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า การเรียนรู้ คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นโดยเกิดจากพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงจากการได้รับความรู้ พฤติกรรม ทักษะ คุณค่า หรือความพึงใจ หรืออาจเกิดจากประสบการณ์หรือการฝึกหัด โดยที่ทักษะการเรียนรู้ อาจเกิดขึ้นได้ทั้งมนุษย์ และสัตว์ ซึ่งการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นส่วนใหญ่อาจมีการยึดเป้าหมาย หรือ อาจมีสิ่งจูงใจหรือสถานะแวดล้อมต่าง ๆ มาเป็นตัวช่วยหรือแรงเสริมในการเรียนรู้

2.1.1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ (Theories of Learning) เป็นการศึกษาถึงกระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นและสถานการณ์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ ซึ่งทฤษฎีการรู้นั้นมีหลายทฤษฎี และมีสมมติฐานที่แตกต่างกันไปและนอกจากนี้ยังได้มีการแบ่งกลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันตามแนวคิดของตนเอง ซึ่งสามารถสรุปทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ดังนี้

1. ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก ได้สรุปกระบวนการที่สำคัญอันเกิดจากการเรียนรู้แบบวางเงื่อนไขของพาฟลอฟ ดังนี้

1.1 การแผ่ขยาย (Generalization) คือ ความสามารถของอินทรีย์ที่จะตอบสนองในลักษณะเดิมต่อสิ่งเร้าที่มีความคล้ายคลึงกันได้

1.2 การจำแนก (Discrimination) คือ ความสามารถของอินทรีย์ในการที่จะจำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้าได้

1.3 การลบพฤติกรรมชั่วคราว (Extinction) คือ การที่พฤติกรรมตอบสนองลดน้อยลงอันเป็นผลเนื่องจากการที่ไม่ได้รับสิ่งเร้าที่ไม่ได้ถูกวางเงื่อนไข ซึ่งในที่นี้ก็คือรางวัลหรือสิ่งที่ต้องการนั่นเอง

1.4 การฟื้นตัวของ การตอบสนองที่วางเงื่อนไข (Spontaneous Recovery) หลังจากการลบพฤติกรรมชั่วคราวแล้วสักระยะหนึ่ง พฤติกรรมที่ถูกลบเงื่อนไขแล้วอาจฟื้นตัวเกิดขึ้นมาอีกเมื่อได้รับการกระตุ้นโดยสิ่งเร้าที่วางเงื่อนไข

2. ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบการกระทำของสกินเนอร์ พบว่าการเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนเป็นผู้กระทำโดยการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง และถ้าการกระทำนั้นเป็นผลสำเร็จ หรือได้รับการเสริมแรงก็จะมีแนวโน้มจะทำพฤติกรรมนั้นอีก ดังนั้น ทฤษฎีแห่งการเสริมแรงของสกินเนอร์ ถูกนำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้ [12]

2.1 การเสริมแรงบวก (Positive Reinforcement) และการเสริมแรงทางลบ (Negative Reinforcement) การเสริมแรงบวก หมายถึง การได้รับสิ่งซึ่งเพิ่มแนวโน้มในการตอบสนองเนื่องจากเกิดความพอใจ ส่วนการเสริมแรงทางลบ หมายถึง การเสริมแรงที่เกิดขึ้นจากการนำสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความไม่พอใจออกไป เป็นการช่วยให้หนีออกจากสภาพการณ์ที่ไม่พึงปรารถนา ก็จะทำให้การตอบสนองมีพลังมากขึ้น

2.2 การเสริมแรงปฐมภูมิ (Primary Reinforcement) และการเสริมแรงทุติยภูมิ (Secondary Reinforcement) แรงเสริมปฐมภูมิ หมายถึง สิ่งเร้าที่มีอำนาจในการเสริมแรงในตัวเองตามธรรมชาติ ส่วนการเสริมแรงทุติยภูมิ หมายถึง แรงเสริมที่เกิดขึ้นจากการนำแรงเสริมทุติยภูมิซึ่งไม่มีอำนาจในการเสริมแรง ไปให้พร้อมหรือก่อนการเสริมแรงปฐมภูมิ จะทำให้การเสริมแรงทุติยภูมิ มีอำนาจหรือมีคุณค่าในการเสริมแรงไปด้วย

2.3 กำหนดการให้การเสริมแรง (The Schedule of Reinforcement) ในการเสริมแรงหลังการตอบสนอง มีวิธีการและระยะต่างกัน เช่น การเสริมแรงแบบเป็นครั้งคราวดีกว่าการเสริมแรงแบบสม่ำเสมอ และการเสริมแรงแบบที่พิจารณาจำนวนการตอบสนองเป็นหลักดีกว่าการเสริมแรงเป็นช่วงเวลา เป็นต้น

2.4 การฝึกหัด (Practice) เกิดจากการได้รับแรงเสริม ถ้าให้แรงเสริมมากก็จะทำให้เกิดพฤติกรรมนั้นตามมา และพฤติกรรมนั้นคงอยู่ตราบใดที่มีการให้การเสริมแรง

2.5 การถ่ายโยง (Transfer) จะเกิดจากการอนุมาน (Induction) จากผลการสังเกตจากตัวอย่างเพียงบางส่วนแล้วสามารถสรุปเป็นเกณฑ์ ซึ่งเมื่อมีสิ่งเร้าที่คล้ายคลึงกันก็จะสามารถนำผลที่เคยรู้ไปตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นได้

3. ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ เน้นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยมีหลักเบื้องต้นว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงสิ่งเร้าและการตอบสนอง โดยแสดงในรูปแบบต่างๆ จนกว่าจะเป็นที่พอใจที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเรียกว่า การลองผิดลองถูก (Trial and Error) [11] กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ มีดังต่อไปนี้

3.1 กฎแห่งผล (Law of Effect) กฎนี้ให้ความสำคัญกับผลที่ได้หลังจากการตอบสนองแล้ว ถ้าผลที่ได้เป็นที่น่าพึงพอใจ บุคคลนั้นมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมมากยิ่งขึ้น ตรงกันข้าม ถ้าผลที่ได้จากการตอบสนองไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ บุคคลนั้นมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมลดลง

3.2 กฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) กฎนี้ให้ความสำคัญกับการฝึกโดยการเน้นว่าสิ่งใดก็ตามที่คนเราฝึกบ่อยๆ เราจะทำสิ่งนั้นได้ดีตรงกันข้าม สิ่งใดก็ตามที่เรากระทำโดยขาดการฝึกเราย่อมทำไม่ได้ดีเหมือนเดิม

3.3 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎนี้มีสาระสำคัญที่ “เมื่อบุคคลพร้อมที่จะกระทำแล้วทำได้เขาย่อมเกิดความพอใจ และเมื่อบุคคลพร้อมจะกระทำแล้วไม่ได้กระทำเขาย่อมเกิดความไม่พอใจ” และ “เมื่อบุคคลไม่พร้อมที่จะกระทำ เขาย่อมเกิดความไม่พอใจ” ซึ่งจะเน้นเรื่องความพร้อมทั้งกายและจิตใจ

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการหยั่งรู้ (Insight Learning) เป็นการศึกษาของกลุ่มเกสตัลต์ (Gestalt) เป็นกลุ่มที่ให้ความสำคัญกับส่วนรวมหรือผลรวมมากกว่าส่วนย่อย หมายความว่า คนเรามักจะรับส่วนรวมมากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย การเรียนรู้และการแก้ปัญหาที่เช่นกัน มักจะเรียนอะไร

ได้เข้าใจต้องศึกษาภาพรวมก่อน จึงจะพิจารณาถึงรายละเอียดปลีกย่อย จะทำให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น ซึ่งทฤษฎีกลุ่มเกสตัลต์ (Gestalt) กล่าวไว้ว่าจะทำให้เกิดการเรียนรู้ 2 ลักษณะคือ

4.1 การรับรู้ เกิดจากอวัยวะรับสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง

4.2 การหยั่งเห็น เป็นการเกิดความคิดหรือแนวทางในการตอบสนองขึ้นเมื่อประสบกับสิ่งเร้าที่ได้รับ โดยอาศัยความรู้เดิม และมองเห็นหนทางการตอบสนองอย่างเหมาะสม ตามมาตรการของตน

5. ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการประมวลสารสนเทศ (Information Processing Model of Learning) ถือว่าเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใหม่ที่สุด โดยทฤษฎีนี้ได้ให้ความสนใจกับกระบวนการคิดและการลำดับขั้นตอนของการประมวลข้อมูลข่าวสาร ความจำระยะยาว และการเรียนรู้ความรู้ที่เรียนมาแล้วใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่สำคัญ คือ คุณลักษณะของผู้เรียน กิจกรรมของผู้เรียน ธรรมชาติของสิ่งที่เรียน และวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดของตนเอง (Metacognition) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวความคิดว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อผู้เรียนควบคุมตนเองได้ (Self-Regulation) โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยความสามารถทางปัญญาของผู้เรียน โดยความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดของตนเองขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 อย่าง คือ บุคคล งานและยุทธศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนรู้

7. การเรียนรู้โดยความหมาย (Constructivism) เป็นแนวความคิดที่เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น เกิดเพราะผู้เรียนสามารถแปลความหมายของข้อมูล โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเองเป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นความรู้ในระดับความคิดรวบยอด หลักการ กฎเกณฑ์ สมมติฐาน ความสัมพันธ์ ฯลฯ ผู้เรียนจะต้องอาศัยการแปลความหมายด้วยตนเอง (Personal Interpretation) ซึ่งอาจจะมีการเพิ่ม การตัด การขยาย การดัดแปลงข้อมูลนั้นๆ ซึ่งมีคุณลักษณะของ Constructivism มีดังนี้

7.1 ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

7.2 การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน

7.3 การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้

7.4 การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2.1.1.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้

องค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้และพัฒนาตนเอง สามารถแบ่งองค์ประกอบได้ 3 องค์ประกอบ ตามแนวความคิดของ บลูม (Bloom, B.S. Taxonomy of Education Objective 1956) ความรู้/ความคิด ทักษะ และทัศนคติ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. องค์ประกอบการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้/ความคิด

องค์ประกอบนี้เน้นที่ความสัมพันธ์ของความรู้กับสติปัญญาโดยตรง เน้นความสามารถที่จะใช้สติปัญญาอย่างแตกฉานโดยมีความรู้พื้นฐาน จึงมักเรียกควบคู่กันไปว่า ความรู้และความคิดซึ่งจะจำแนกได้ 6 ระดับ ตั้งแต่ระดับต่ำสุดไประดับสูงสุด ดังต่อไปนี้

ความรู้ – ความจำ	คือ ความสามารถในการจำได้ หรือระลึกได้
ความเข้าใจ	คือ หลังจากการอบรมแล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถแปลความได้อธิบายได้ ขยายความด้วยคำพูดของตนเองได้
การนำไปใช้	คือ การนำความรู้ที่ได้จากการอบรมแล้วไปใช้ในสถานที่ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป
การวิเคราะห์	คือ ความสามารถในการแยกสิ่งที่สับสนปนเปอออกจากกันอย่างมีความหมาย และเห็นถึงความสัมพันธ์ของส่วนย่อยเหล่านั้นด้วย
การสังเคราะห์	คือ ความสามารถในการรวบรวมความรู้ข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกันอย่างมีระบบ เพื่อให้ได้แนวทางใหม่ ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้
การประเมินผล	คือ ความสามารถขั้นสูง ที่ผู้เข้าอบรมสามารถตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือทางเลือก โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้

2. องค์ประกอบการเรียนรู้ที่ 2 ทักษะคิดในการเรียนและพัฒนาระดับการเรียนรู้ เรามักเห็นว่าผู้เรียนเหล่านั้นจะต้องมีทัศนคติ คุณธรรม ถ้าขาดคุณธรรมขั้นพื้นฐานของการเป็นพลเมืองที่ดี เช่น การเสียสละเห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม ซื่อสัตย์ มีอุดมคติ อุดมการณ์ ซึ่งจำแนกได้ 5 ระดับ จากระดับต่ำไประดับสูง ดังนี้คือ

เชื่อ	ผู้เข้าเรียนยอมรับทราบ เต็มใจฟัง เกิดความสนใจ และตั้งใจยอมรับในสิ่งนั้น
ชอบ	ผู้เรียนต้องเกิดความสนใจที่จะตอบสนองด้วยความเต็มใจและเกิดความพึงพอใจที่ได้ตอบสนอง หรือแสดงความคาดหวัง ออกมาให้ประจักษ์
ยอมรับ	ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องเกิดการยอมรับคุณค่าของสิ่งนั้น หรือแนวคิดนั้นอย่างเต็มใจ และมีความสุข ในที่สุดก็จะเกิดความผูกพันกับสิ่งนั้น
สร้าง	เป็นการเข้าถึงแนวคิดของคุณค่าสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ตลอดจนการสร้างรูปแบบของคุณค่าขึ้นมา
ใช้	เป็นขั้นสูงสุดที่ผู้เรียนนำระบบของคุณค่าที่สร้างขึ้นไปใช้ชีวิตประจำวันโดยกำหนดเป็นลักษณะนิสัยประจำวัน และลักษณะนิสัยประจำตัว

3. องค์ประกอบการเรียนรู้ที่ 3 ทักษะองค์ประกอบการเรียนรู้ จะครอบคลุมในแง่การนึกได้ ทำได้ อย่างมีความชำนาญเพียงพอ มีทักษะในการปฏิบัติงานอย่างใด อย่างหนึ่งจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูง มี 3 ขั้นคือ

3.1 ทำได้เองภายใต้คำแนะนำผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนของกลุ่มมือได้

3.2 ทำได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องผู้เรียนเริ่มมีทักษะและความชำนาญขึ้นแต่ยังไม่ถึงขั้นชำนาญหรือทำได้โดยอัตโนมัติ

3.3 ทำได้ด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติมีทักษะอย่างสมบูรณ์ มีความชำนาญในการปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัติ และมีประสิทธิภาพ

2.1.1.4 ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง คือ การรวบรวมสื่อการเรียนรู้สำเร็จรูปให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จากชุดการเรียนรู้ด้วยความสะดวก เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียนรู้จะต้องประกอบด้วยสื่อต่างๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้คืออาจจะเป็นสื่อหลายๆชนิดตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจาก

1. ใช้สื่อหลายชนิดตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
2. เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับลักษณะการตอบสนองผู้เรียนที่คาดหวังว่าจะได้รับ
4. เป็นสื่อที่จัดหาได้ไม่มากนัก

บุญเกื้อ คอรรหาเวช [12] กล่าวว่า การเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือกระทำกิจกรรมในการเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดเวลา

ดังนั้น ถ้าผู้เรียนยังเป็นเด็กที่ยังไม่มีวุฒิภาวะและวินัยในตนเองเพียงพอแล้วย่อมทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะเด็กอาจจะไม่เข้าใจวัตถุประสงค์ในการเรียน หรือไม่เข้าใจงานที่สั่งให้ทำ หรือขาดการมีส่วนร่วมอย่างแรงในการเรียน เพราะมีช่วงความสนใจสั้น จึงเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

วีระ ไทยพานิช [11] กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น ชุดการสอน (Instruction Package) ชุดการเรียนรู้เบ็ดเสร็จ(Self Instruction Package) ชุดการสอนรายบุคคล(Individualized Learning Package) สื่อประสม (Multimedia) ที่จัดทำขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อ เนื้อหา และอุปกรณ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้จัดไว้เป็นชุด หรือกล่อง หรือซอง ชุดการเรียนรู้อาจมีรูปแบบ (Format) ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วย คำชี้แจง หัวข้อ จุดมุ่งหมาย การประเมินผลเบื้องต้น

การกำหนดกิจกรรม และการประเมินผลขั้นสุดท้าย จุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อการสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง

กล่าวโดยสรุป การเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยที่ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือศึกษา และเรียนรู้ด้วยตน ดังนั้นจึงการเรียนรู้ด้วยตนเองจึงขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพ ความพร้อมของแต่ละบุคคลที่จะเป็นตัวกำหนดในค่าวัดผลของการศึกษาได้ โดยที่ผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการให้คำปรึกษา

2.1.1.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้องแสวงหาความรู้ เพื่อตอบสนองความต้องการการเรียนรู้ของตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นหลัก ซึ่งวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองนั้น แต่ละบุคคลก็จะมีวิธีที่แตกต่างกันไปที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้กับตนเอง จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความซึมซับความรู้ที่ชวนขวย และการศึกษาความรู้ด้วยตนเองนี้ได้อย่างดีและลึกซึ้ง ถือเป็นการเรียนรู้ที่ถาวร และจะคงติดตัวผู้เรียนตลอดไป แม้จะลืมแต่ก็ใช้เวลาเพียงเล็กน้อยก็สามารถทบทวนความจำกลับมาได้

เชาวลิต ตนานนท์ชัย [13] กล่าวถึง การเรียนรู้ด้วยตนเองว่า เราจะพบว่าการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะมีคุณลักษณะพิเศษกล่าวคือ

1. เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจของแต่ละบุคคล อาจด้วยความจำเป็น ความต้องการ หรือความสนใจ ก็แล้วแต่คุณลักษณะเช่นนี้ จะนำมาซึ่งการชวนขวยมุ่งมั่น และตั้งใจอันจะนำไปสู่ความสำเร็จของการเรียนรู้
2. เป็นความรู้ที่ถาวร เนื่องจากเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการชวนขวย และศึกษาค้นคว้าของผู้เรียน ถึงแม้จะต้องอาศัยผู้คอยแนะแนวหรือนำบ้าง แต่โดยหลักการแล้วจะต้องพึ่งพาอาศัยตนเองเป็นหลักด้วย ลักษณะดังกล่าวนี้จะช่วยให้การเรียนรู้ดังกล่าวติดตัวผู้เรียนไปอย่างถาวร
3. สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนมีอิสระที่จะเลือกและกำหนดหรือจัดแผนการเรียนรู้ของตนเองตามความสนใจ ความถนัด รวมถึงความพร้อมของการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงเป็นการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการศึกษาในสภาวะการณ์ของสังคมปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกลุ่มเป้าหมายที่อยู่นอกโรงเรียนซึ่งส่วนใหญ่เป็นประชากรในวัยแรงงานที่ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับข่าวสาร ข้อมูลและเทคโนโลยีต่างๆ โดยสถานศึกษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจจัดและให้บริการการเรียนรู้ทั้งในรูปแบบการศึกษาตามอัธยาศัย หรือการศึกษานอกระบบ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ [14] ได้นำเสนอวิธีการเรียนรู้ที่มีลักษณะการส่งเสริมการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน จำนวน 9 วิธีดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (Individualized Instruction) เป็นการ จัดประสบการณ์ การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจะจัดให้สอดคล้องกับสติปัญญา ความสามารถ ความสนใจ ความต้องการ และความสะดวกของผู้เรียนแต่ละบุคคล ซึ่งผู้เรียนจะได้รับ ความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้จากการศึกษา ค้นคว้า สืบค้นด้วยตนเอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ความสามารถและความสะดวกของผู้เรียนเองเป็นสำคัญ

2. การจัดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียน (Learning Center) เป็นกระบวนการที่ผู้สอนจัด ประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความต้องการ ความสนใจและความสามารถ จากศูนย์การเรียนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมเนื้อหาสาระ กิจกรรมและสื่อการสอน แบบประสม โดยปกติศูนย์การเรียนจะมีหลายศูนย์ แต่ละศูนย์จะมีเนื้อหาสาระและกิจกรรมเปิดเสรีจ ในตัวเอง ผู้เรียนจะหมุนเวียนกันเข้าศึกษาหาความรู้จากศูนย์ต่างๆ ที่จัดเตรียมไว้อย่างหลากหลายจน ครอบคลุมศูนย์ ผู้เรียนจะต้องประกอบกิจกรรมต่างๆ ตามที่โปรแกรมได้กำหนดเอาไว้ภายใต้การดูแล ของผู้สอน ซึ่งผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้จัดเตรียมศูนย์การเรียน ให้คำแนะนำอำนวยความสะดวกใน การเรียนรู้ พร้อมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย

3. การจัดการเรียนรู้ใช้บทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) เป็นกระบวนการจัด การเรียนรู้ที่มีการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้ล่วงหน้าที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง จะเรียนรู้ได้เร็ว หรือช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยบทเรียนดังกล่าวจะเป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาสาระที่จะ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบ่งเป็นหน่วยย่อยหลายๆ กรอบ (Frames) เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ในแต่ละกรอบ จะมีเนื้อหาอธิบายและคำถามที่เรียงเรียงไว้ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากง่ายไปยาก เพื่อมุ่งให้เกิดการ เรียนรู้ตามลำดับบทเรียนโปรแกรมที่สมบูรณ์จะมีแบบทดสอบความก้าวหน้าของการเรียนโดยผู้เรียน สามารถทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโมดูลหรือหน่วยการเรียน (Instruction Module) เป็น กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างบทเรียนเป็นหน่วยที่มีเนื้อหา หรือกลุ่มประสบการณ์จบใน ตัวเอง สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แน่นอนและ ชัดเจนโมดูลหนึ่งๆ จะประกอบด้วยแนวคิด วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน สื่อและการประเมินผล ตามปกติมักนิยมจัดไว้ในลักษณะเป็นแฟ้มห้วงชนิดปกแข็งบรรจุเอกสารพิมพ์ด้วยกระดาษอย่างดีหรือ รวบรวมเป็นชุดเอกสารเป็นหนังสือ เป็นต้น

5. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน (Instruction Package) เป็นกระบวนการเรียนรู้จากชุด การสอน เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม (Multi – media) เป็นการใช้สื่อตั้งแต่ สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ต้องการ โดยอาจจัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนตาม หัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ อาจจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ

บรรจุในกล่อง ซองหรือกระเป๋า ชุดการสอนแต่ละชุดประกอบด้วยเนื้อหาสาระ บัตรคำสั่ง/ใบงาน ในการทำกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ เอกสาร/ใบความรู้ เครื่องมือหรือสื่อที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งแบบวัดประเมินผลการเรียนรู้

6. การจัดการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) เป็นกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่อาศัยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีระดับสูงมาประยุกต์ใช้เป็สื่อหรือเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ โดยจัดเนื้อหาสาระหรือประสบการณ์สำหรับผู้เรียนได้เรียนรู้ อาจจัดเป็นลักษณะบทเรียน หน่วยการเรียนรู้หรือโปรแกรมการเรียนรู้ ฯลฯ

7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Method) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตนเอง ซึ่งอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการอื่นๆ ที่เป็นระบบไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้นๆ ภายใต้คำแนะนำ ปรีกษาและความช่วยเหลือจากผู้สอนหรือ ผู้ที่เชี่ยวชาญเริ่มตั้งแต่การเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะศึกษา การวางแผน การดำเนินงานตามขั้นตอน ที่กำหนดตลอดจนการนำเสนอผลงาน ซึ่งในการจัดทำโครงงานนั้นสามารถทำได้ทุกระดับชั้น อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มจะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

8. การจัดการเรียนรู้โดยการไปทัศนศึกษา (Field Trip) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นำผู้เรียนออกไปศึกษาเรียนรู้ ณ สถานที่ที่เป็นแหล่งความรู้ในเรื่องนั้น (ซึ่งอยู่นอกสถานที่เรียนกันอยู่โดยปกติ) โดยมีการศึกษาเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในสถานที่นั้นตามกระบวนการหรือวิธีการที่ผู้สอน และผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนไว้ และมีการอภิปรายสรุปผลการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้ศึกษาเรียนรู้

9. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แหล่งชุมชนและธรรมชาติ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ ในการวางแผนเพื่อแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน และชุมชนร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

2.1.1.6 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการออกแบบโครงสร้างบทเรียนสำเร็จ

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ (Gagne) กาเย่ (Gagne) เป็นนักจิตวิทยา และนักการศึกษาในกลุ่มผสมผสานระหว่างพฤติกรรมนิยมกับพุทธรนิยม (Behavior Cognitive) เขาอาศัยทฤษฎีและหลักการที่หลากหลาย เนื่องจากความรู้หลายประเภท บางประเภทสามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องใช้ความคิดลึกซึ้ง บางประเภทมีความซับซ้อนมากจำเป็นต้องใช้ความสามารถในขั้นสูง กาเย่ ได้จัดประเภทของการเรียนรู้ ซึ่งเริ่มจากง่ายไปยากโดยผสมผสาน ทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพฤติกรรมนิยม และพุทธรนิยมเข้าด้วยกัน หลักการที่สำคัญๆ ของกาเย่ (Gagne and Briggs) [15] ได้จัดประเภทของการเรียนรู้ เป็นลำดับขั้นจากง่ายไปยากไว้ 8 ประเภท ดังนี้

1.1 การเรียนรู้สัญญาณ (Signal-Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นไปโดยอัตโนมัติ อยู่ภายนอกเหนืออำนาจจิตใจ ผู้เรียนไม่สามารถบังคับพฤติกรรมไม่ให้เกิดขึ้น

ได้ การเรียนรู้แบบนี้เกิดจากการที่คนเรานำเอาลักษณะการตอบสนองที่มีอยู่แล้วมาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าใหม่ที่มีความใกล้ชิดกับสิ่งเร้าเดิม การเรียนรู้สัญญาณ เป็นลักษณะการเรียนรู้แบบการวางเงื่อนไขของพาฟลอฟ

1.2 การเรียนรู้สิ่งเร้า-การตอบสนอง (Stimulus – Response Learning) เป็นการเรียนรู้ต่อเนื่องจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง แตกต่างจากการเรียนรู้สัญญาณ เพราะผู้เรียนสามารถ ควบคุมพฤติกรรมตนเองได้ ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมเนื่องจากการได้รับการเสริมแรงการเรียนรู้แบบนี้เป็นการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบเชื่อมโยงของธอร์นไดล์ และการเรียนรู้แบบวางเงื่อนไข (Operant Conditioning) ของสกินเนอร์ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นผู้กระทำเองมิใช่รอให้สิ่งเร้าภายนอกมากระทำพฤติกรรมที่แสดงออกเกิดจากสิ่งเร้าภายในของผู้เรียนเอง

1.3 การเรียนรู้การเชื่อมโยงแบบต่อเนื่อง (Chaining) เป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองที่ต่อเนื่องกันตามลำดับเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำการเคลื่อนไหว

1.4 การเชื่อมโยงทางภาษา (Verbal Association) เป็นการเรียนรู้ในลักษณะคล้ายกับการเรียนรู้การเชื่อมโยงแบบต่อเนื่อง แต่เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ภาษา การเรียนรู้แบบการรับ สิ่งเร้าการตอบสนองเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบต่อเนื่องและการเชื่อมโยงทางภาษา

1.5 การเรียนรู้ความแตกต่าง (Discrimination Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะความแตกต่างตามลักษณะของวัตถุ

1.6 การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน โดยสามารถระบุลักษณะที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันได้ พร้อมทั้งสามารถขยายความรู้ไปยังสิ่งอื่นที่นอกเหนือจากที่เคยเห็นมาก่อนได้

1.7 การเรียนรู้กฎ (Rule Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมหรือเชื่อมโยงความคิดรวบยอดตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปและตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้น การที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้กฎเกณฑ์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนสามารถนำการเรียนรู้นั้นไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ กันได้

1.8 การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาโดยการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ การเรียนรู้แบบนี้เป็นกระบวนการที่เกิดภายในตัวผู้เรียน เป็นการใชกฎเกณฑ์ในขั้นสูงเพื่อการแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน แต่สามารถนำกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหานี้ไปใช้กับสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของมาสโลว์ (Maslow , 1962) [16]

2.1 มนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติเป็นลำดับขั้น คือ ขั้นความต้องการทางร่างกาย (Physical Need) ขั้นความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Need) ขั้นความต้องการความรัก (Love Need) และขั้นความต้องการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (Esteem Need) และขั้นความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ (Self - Actualization) หากความต้องการ

ขั้นพื้นฐานได้รับการตอบสนองอย่างพอเพียงสำหรับตนในแต่ละขั้น มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น

2.2 มนุษย์มีความต้องการที่จะรู้จักตนเองและพัฒนาตนเองประสบการณ์ที่เรียกว่า “Peak Experience” เป็นประสบการณ์ของบุคคลที่อยู่ในภาวะดีมาจากการรู้จักตนเองตรงตามสภาพความเป็นจริง มีลักษณะน่าตื่นเต้น เป็นความรู้สึกปีติ เป็นช่วงเวลาที่บุคคลเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างถ่องแท้ เป็นสภาพที่สมบูรณ์ มีลักษณะผสมผสานกลมกลืน เป็นช่วงเวลาแห่งการรู้จักตนเองอย่างแท้จริง บุคคลที่มีประสบการณ์เช่นนี้บ่อย ๆ จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

3. ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้น จะมีลักษณะเป็นโหนดหรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ การที่มนุษย์เรียนรู้อะไรใหม่นั้น มีการนำความรู้ใหม่ที่ได้รับนั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม (Pre-existing Knowledge) โครงสร้างความรู้เป็นโครงสร้างข้อมูลภายในสมองมนุษย์ ซึ่งรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัตถุ ลำดับเหตุการณ์ รายการกิจกรรมต่างๆ เอาไว้ และมีหน้าที่ในการนำไปสู่การรับรู้ข้อมูล (Perception) เพราะการรับรู้ข้อมูลเป็นการสร้างความหมาย โดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่ และจากการกระตุ้นโดยเหตุการณ์หนึ่งๆ ที่ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นๆ เข้าด้วยกัน การรับรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นโดยปราศจากการรับรู้ นอกจากนี้โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่างๆ ที่เคยเรียนรู้มาด้วย

4. ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility Theory) เป็นแนวคิดที่เชื่อว่าความรู้แต่ละองค์ความรู้นั้นมีโครงสร้างที่แน่นชัดและสลับซับซ้อนมากขึ้นแตกต่างกันไป แนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดความคิดในการออกแบบบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เพื่อสนองต่อโครงสร้างขององค์ความรู้ที่แตกต่างกัน

แม้ว่าทฤษฎีโครงสร้างความรู้และทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา จะมีความแตกต่างกันทางแนวความคิดอยู่มาก แต่ทฤษฎีทั้งสองต่างก็ส่งผลต่อการออกแบบบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน คือ ต่างสนับสนุนแนวคิดเกี่ยวกับการจัดระเบียบโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหา ในลักษณะสื่อหลายมิติ ในความพยายามที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่ กับความรู้ที่มีอยู่เดิมได้เป็นอย่างดี จากแนวคิดของทฤษฎีทั้งสองนี้จึงทำให้เกิดก็จะมีโครงสร้างของบทเรียนสำเร็จรูปแบบสื่อหลายมิติ ในลักษณะโยงใย (เหมือนใยแมงมุม) โดยผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่ไม่เหมือนกันและไม่ตายตัว โดยเนื้อหาที่จะได้รับการนำเสนอจะขึ้นอยู่กับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.1.2 บทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1.2.1 ความหมายของบทเรียนสำเร็จรูป

ไพโรจน์ ธีระธนากุล [17] กล่าวถึง บทเรียนสำเร็จรูปโดยการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ว่าเป็นบทเรียนสำเร็จรูปโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางแทนสิ่งพิมพ์หรือสื่อประเภทต่าง ๆ แต่มีศักยภาพเหนือกว่าบทเรียนสำเร็จรูปในรูปอื่น ๆ ทั้งหมด โดยเฉพาะมีความสามารถที่เกือบจะแทนครูที่เป็นมนุษย์ได้ มีขั้นตอนการสร้างและการพัฒนาบทเรียนเช่นเดียวกับบทเรียนสำเร็จรูปประเภทอื่น ๆ

จากความหมายของบทเรียนสำเร็จรูปและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสรุปความหมายของ “บทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์การสอน” (Computer Instruction Package) ได้ว่าเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นในลักษณะซอฟต์แวร์สำเร็จรูป (Package Software) นำไปสอน (Instruction) เนื้อหาใหม่โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนบทเรียนหรือนำเสนอบทเรียน ผู้เรียนสามารถเรียน ของตนเอง ในบทเรียนที่มีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน จุดเด่นที่สำคัญของบทเรียน คือ การนำเสนอเนื้อหาในลักษณะหลายสื่อ (Multimedia) ได้แก่ ประเภทข้อความ (Text) รูปภาพ (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพวิดีโอ (Video) และเสียง (Audio) โดยผู้ที่เรียนจะมีโอกาสได้ปฏิสัมพันธ์ (Interactive) กับบทเรียนโดยผ่านเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้ตลอดเวลา

2.1.2.2 ชนิดของบทเรียนสำเร็จรูป

ไพโรจน์ ธีระธนากุล [18] ได้ทำการจำแนกชนิดของบทเรียนสำเร็จรูป ได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. บทเรียนสำเร็จรูปโปรแกรม (Program Instruction) คือ วิธีการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในรูปแบบของเอกสาร (Paper Based) มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยเล็กๆ แล้วนำมาเรียงลำดับเนื้อหา โดยเริ่มจากง่ายไปยาก โดยมีการจัดประสบการณ์ รวมทั้งกิจกรรมให้ผู้เรียนได้โต้ตอบกับบทเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกับการเรียน สำหรับเวลาที่ใช้ในการเรียนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งคนที่เรียนเก่งก็อาจจะใช้เวลา น้อยกว่าคนที่เรียนอ่อน ดังนั้นจึงชี้ให้เห็นว่าบทเรียนสำเร็จรูปโปรแกรมนี้ช่วยลดปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้

2. บทเรียนสำเร็จรูปโมดูล่า (Modular Package) คือ วิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ในรูปแบบเอกสาร (Paper Based) เช่นเดียวกับบทเรียนสำเร็จรูปโปรแกรม ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Center) โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ควบคุมชี้แนะอย่างใกล้ชิด ซึ่งลักษณะของบทเรียนจะมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียน (Units) แล้วแตกเนื้อหา ของหน่วยการเรียนออกเป็นหน่วยการเรียนย่อยๆหรือเรียกว่า โมดูล (Module) แล้วกำหนด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งของหน่วยการเรียนรู้ และของโมดูล เมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละโมดูลแล้วจะต้องทำการทดสอบ โดยผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณาว่าผู้เรียนจะผ่านบทเรียนนั้นได้หรือไม่ ถ้าสามารถสอบผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนจึงจะสามารถไปเรียนในโมดูลต่อไปได้ แต่ถ้าไม่ผ่านตามเกณฑ์ ต้องกลับไปเรียนเนื้อหาเดิมแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง ถือว่าเป็นการปรับความรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาต่อไปให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

3. บทเรียนสำเร็จรูป Keller Plan คือ วิธีการสอน ที่เรียกว่า การศึกษาโดยลำพัง (Personalized System of Instruction : PSI) มีลักษณะคล้ายกับบทเรียนสำเร็จรูปโมดูลล่า คือ จะมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ แล้วกำหนดวัตถุประสงค์ในแต่ละหน่วย แต่แตกต่างกันที่บทเรียน Keller Plan จะมีการกำหนดวิธีการเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งกำหนดแหล่งข้อมูล หรือสื่อที่ใช้ในการศึกษาหาความรู้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังนั้นผู้สร้างบทเรียนจะต้องเลือกสื่อการสอนให้เกิดความสัมพันธ์สอดคล้องระหว่างสื่อที่เลือกกับรูปแบบการเรียนรู้ ทักษะการเรียนรู้ ความต้องการ และประสบการณ์ของผู้เรียน จากนั้นผู้เรียนจะทำการศึกษาด้วยตนเองตามกระบวนการเรียนรู้ และกิจกรรมที่จัดไว้ เมื่อผู้เรียนทำการศึกษาจนเข้าใจแล้วจะต้องทำการทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ในหน่วยนั้น ว่าสามารถสอบผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าผ่านจึงจะสามารถไปเรียนในเนื้อหาโมดูลต่อไปได้ แต่ถ้าไม่ผ่านจะต้องทำการศึกษาเนื้อหาในโมดูลนั้นใหม่อีกครั้ง

4. บทเรียนสำเร็จรูปแบบสไลด์ประกอบเสียง (Slide Muti-Vision) เป็นการนำภาพชนิดโปร่งแสงที่ทำจากฟิล์มโพสิทีฟ (Positive) ชนิดสีหรือขาวดำก็ได้ หรือแผ่นพลาสติก หรือแผ่นอะซิเตท ขนาด 2 x 2 นิ้ว มาสร้างเป็นบทเรียนโปรแกรมสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Learning) โดยฉายด้วยเครื่องฉายสไลด์ แบบอัตโนมัติให้ภาพปรากฏขึ้นบนจอฉาย พร้อมกับมีเสียงคำบรรยายประกอบจากเทปเสียง สอดคล้องตามภาพควบคุมด้วยสัญญาณเปลี่ยนภาพที่อยู่ในเทปเสียง สไลด์ประกอบเสียงที่นำมาใช้ในบทเรียนโปรแกรมจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ผู้เรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานในการใช้เครื่องฉายสไลด์และขั้นตอนในการผลิตบทเรียนโปรแกรมสไลด์จะยุ่งยากมาก

5. บทเรียนสำเร็จรูปเทปบันทึกเสียง เป็นการถ่ายทอดในลักษณะของเสียงพูด หรือเสียงเพลง ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ด้วยการฟังจากเทปเสียงที่มีขนาดเล็กกะทัดรัด และมีราคาไม่แพง เทปบันทึกเสียง จัดเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพสูง ไม่ว่าจะเป็นการสอนร้องเพลง ดนตรี การฝึกทักษะทางภาษา ความคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้ในการเรียนภาษาต่างประเทศ เพราะคุณลักษณะของเทปเสียงที่สามารถเปิดฟังย้อนกลับไปได้ตามต้องการ โดยที่ยังให้ความเที่ยงตรงในเนื้อหาเหมือนเดิม สามารถใช้ได้ทุกสถานที่ และตลอดเวลา สะดวกต่อการใช้งาน จึงได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากการเรียนด้วยวิธีนี้ไม่สามารถมองเห็นภาพประกอบได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดข้อเสียเปรียบของเทปเสียง จึงมีการจัดทำคู่มือ หรือเอกสารประกอบเทปเสียงที่มีรูปภาพประกอบเนื้อหาวิชานั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียน สามารถฟังเทปและดูรูปประกอบเพื่อให้เข้าใจได้ดีขึ้น

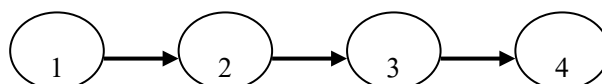
6. บทเรียนสำเร็จรูปวีดิโอทัศน์ เป็นการนำบทเรียนที่คัดเลือกร้อยอย่างเหมาะสม มาบันทึกเป็นสัญญาณภาพและเสียงลงในม้วนวีดิโอเทป โดยผ่านกระบวนการผลิตตามขั้นตอนการผลิตและนำไปใช้กับเครื่องเล่นวีดิโอเทป และโทรทัศน์ แสดงเรื่องราวเนื้อหา การสาธิต การปฏิบัติ ขบวนการกิจกรรม และขั้นตอนการทำงานต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ และทักษะโดยบทเรียนสำเร็จรูปวีดิโอทัศน์ ผู้เรียนจะได้เห็นทั้งภาพและเสียง สามารถใช้ได้กับรายบุคคลและรายกลุ่ม แต่บทเรียนนั้นมีข้อเสียเปรียบคือ จะไม่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ได้

7. บทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่มีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้แทนสิ่งพิมพ์ หรือสื่อประเภทอื่นๆ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหลักการเดียวกับบทเรียนโปรแกรม แต่มีศักยภาพเหนือกว่าบทเรียนโปรแกรม เพราะสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนโปรแกรมได้ ขั้นตอนพื้นฐานในการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประกอบไปด้วย การเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนอ่านทำความเข้าใจ หลังจากนั้นมีการถามให้ผู้เรียนตอบตามความเข้าใจ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจถูกต้องหรือไม่ ซึ่งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามแล้วคอมพิวเตอร์ก็จะเฉลยคำตอบให้ทันทีที่ผู้เรียนได้ตอบไปในข้อคำถามนั้นๆ หลังจากนั้นก็จะข้ามไปเรียนในส่วนต่อไป

2.1.2.3 ประเภทของการลำดับเนื้อหาบทเรียนสำเร็จรูป

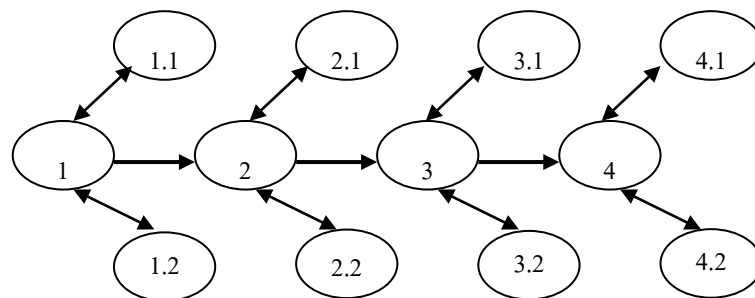
ไพโรจน์ ธีระธนานุกุล [18] ได้กล่าวถึงว่า ลักษณะของการลำดับเนื้อหาบทเรียนพบได้ใน 3 รูปแบบคือ

1. บทเรียนสำเร็จรูปแบบเรียงลำดับเส้นตรง (Linear Program) รูปแบบบทเรียนจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ ที่ต่อเนื่องกันโดยเริ่มจากง่ายไปหาสิ่งที่ยาก ผู้เรียนจะเรียนไปที่ละหน่วยจากหน่วยแรกและก้าวต่อไปตามลำดับ จะข้ามหน่วยหนึ่งไม่ได้เด็ดขาด สิ่งที่เรียนจากหน่วยแรกๆ จะเป็นพื้นฐานของหน่วยถัดไป ลักษณะของบทเรียนประเภทนี้ มักจะเป็นแบบให้ตอบคำถามแบบถูกผิดหรือให้เติมคำในช่องว่าง และให้ผู้เรียนตรวจคำตอบในหน่วยถัดไปได้ ลักษณะของโครงสร้างบทเรียนเป็นการให้ผู้เรียนสร้างคำตอบด้วยตัวเองหรือเป็น Constructed Response Type จากคำถามและคำตอบที่เติมลงไป จะสร้างเป็นข้อความที่สมบูรณ์ที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้



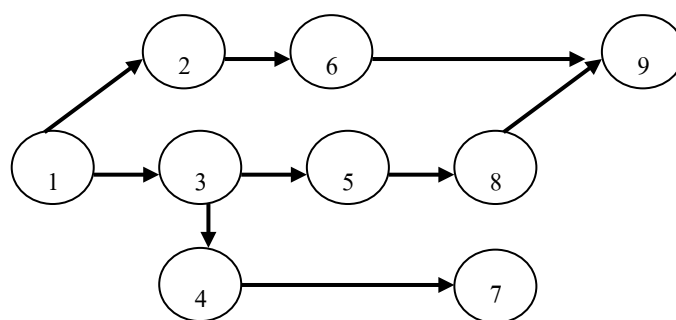
รูปที่ 2.1 บทเรียนสำเร็จรูปแบบเรียงลำดับเส้นตรง [18]

2. บทเรียนสำเร็จรูปแบบแตกแขนง (Branching Program) เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคลเป็นหลัก โดยการแบ่งบทเรียนเป็นหน่วยย่อยและจะมีหน่วยที่เป็นกรอบหลัก หรือ กรอบยี่น (Home Pages) ซึ่งทุกคนจะต้องเรียน นอกจากนี้จะมีหน่วยย่อยที่แตกแขนงออกไปเพื่อเสริมความเข้าใจ สำหรับบุคคลบางคนที่ต้องการเมื่อผ่านไปยังหน่วยแขนงแล้ว จะกลับมายังหน่วยหลักอีก และจะเรียนต่อไปตามผลของการตอบสนอง เรียนแบบ Intrinsic นี้จะควบคุมลำดับให้สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ตลอด โครงสร้างของบทเรียนแบบนี้จะสลับ ซับซ้อน และยุ่งยากกว่าแบบเรียงลำดับที่เป็นแบบเส้นตรง



รูปที่ 2.2 บทเรียนสำเร็จรูปแบบแตกแขนง [18]

3. บทเรียนสำเร็จรูปแบบแอดจังก์ทีฟ (Adjunctive Program) เป็นบทเรียนที่มีลักษณะแตกแขนง แต่การสอนเนื้อหาจะมากกว่าและการตอบคำถามจะกระทำในตอนท้ายบทเรียนแล้วอาจข้ามไปยังหน่วยย่อยอื่นๆได้ ถ้าผู้เรียนสามารถแสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในส่วนที่จะข้ามไปได้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างบทเรียนแบบแอดจังก์ทีฟ [18]

จากประเภทของบทเรียนสำเร็จที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ในปัจจุบันการจัดทำบทเรียนสำเร็จรูปจะนิยมใช้แบบผสมมากขึ้น เพราะแต่ละแบบต่างมีจุดเด่นของตนเอง เมื่อนำเอาจุดเด่นของแต่ละแบบมารวมกันก็จะทำให้ได้บทเรียนสำเร็จรูปที่ดีขึ้นได้

2.1.3 ขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป

ไพโรจน์ ธีรชนากุล [18] ได้กล่าวถึงขั้นตอนหลักในการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป มี 8 ขั้นตอนสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรเพื่อให้ทราบว่าต้องสอนอะไรบ้าง เนื้อหาที่จะสอนเป็นอย่างไร ระดับไหนและจะวัดผลในลักษณะอย่างไร
2. ตั้งความมุ่งหมายเฉพาะในการสร้างบทเรียน โดยคำนึงถึงอายุ พื้นฐานความรู้เดิม พื้นฐานทางวัฒนธรรมและระดับชั้นของของนักเรียนและรวมถึงทักษะของผู้เรียน
3. วางขอบเขตงานหรือวางเค้าโครงเรื่อง เพื่อช่วยในการลำดับเรื่องราวก่อนหลัง โดยจะต้องคำนึงถึงเหตุการณ์หรือความต่อเนื่องตามความเป็นจริงที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีและเป็นการป้องกันการตกหล่นเรื่องราวบางตอน
4. รวบรวมและจัดจำแนกเรื่องราว เป็นขั้นที่นำความรู้ที่ศึกษามา และมีความเห็นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนที่จะสร้างขึ้นทั้งหมด เช่น เนื้อหาที่สำคัญจริง ๆ ภาพประกอบ การจดบันทึก การสังเกต การทดลอง
5. เขียนบทเรียนสำเร็จรูป เพรม หรือหน่วยย่อยของบทเรียนสำเร็จรูปควรมีลักษณะที่เป็นการเขียนเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยย่อย ๆ มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสัมฤทธิ์ผลมากที่สุดเท่าที่จะหาได้ ควรเขียนเนื้อหาให้พาดพิงไปถึงหน่วยย่อยที่ผู้เรียนได้เคยศึกษามาแล้ว เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้วอีกครั้ง และให้ผู้เรียนทราบคำตอบที่ถูกต้องเพื่อเป็นการเสริมแรงเนื้อหาของบทเรียน
6. แก้ไขเปลี่ยนแปลงบทเรียนที่สร้างขึ้น นำมาตรวจทบทวนใหม่เพื่อแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ดีขึ้นทั้งในด้านความถูกต้องตามหลักวิชาเทคนิคของการเรียนด้านหลักภาษา ความสามารถในการสื่อความหมาย
7. ทดสอบบทเรียน ทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้
 - 7.1 การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นการทดสอบที่ประกอบด้วยผู้เขียนบทเรียนกับตัวแทนของกลุ่มผู้เรียน ควรเป็นนักเรียนที่เรียนอ่อน
 - 7.2 การทดสอบเป็นกลุ่มเล็กๆ เอาบทเรียนไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ นักเรียนที่เลือกมาทดลองเป็นนักเรียนระดับปานกลาง จำนวน 4 – 5 คน
 - 7.3 การทดสอบภาคสนาม เป็นการทดสอบกับนักเรียนทั้งชั้นในสภาวะจริง การทดสอบควรมีทั้งแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน
8. วิเคราะห์ผลการทดสอบ เพื่อนำบทเรียนสำเร็จรูปที่ผ่านการทดสอบแล้วไปใช้เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบผู้เรียนตอบเอง

นอกจากนี้ประหยัด จิระวรพงษ์ [19] ได้แบ่งขั้นตอนการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนทางวิชาการ (Planning Stage) มีดังนี้

1. การเลือกเนื้อหาระดับผู้เรียน และแบบบทเรียนสำเร็จรูปที่จะใช้
2. การตั้งจุดมุ่งหมายการเรียนรู้
3. การวิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นตอนย่อยๆ และจัดลำดับ
4. การสร้างแบบทดสอบ

ขั้นที่ 2 การดำเนินการเขียนบทเรียน (Development Stage) มีดังนี้

1. การเขียนกรอบการสอน (Teaching Frame)
2. การเขียนกรอบฝึกฝน (Practice Frame)
3. การเขียนข้อสรุป (Criterion Frame)

ขั้นที่ 3 การทดลองบทเรียน (Try Out Stage) มีดังนี้

1. การทดลองเป็นรายบุคคลเพื่อแก้ไขปรับปรุง
2. การทดลองเป็นกลุ่มย่อยเพื่อแก้ไขปรับปรุง
3. การทดลองเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อแก้ไขปรับปรุง

ขั้นที่ 4 การนำบทเรียนไปใช้

บทเรียนนั้นจะต้องมีการแก้ไขปรับปรุงหลังจากการทดลองเป็นกลุ่มใหญ่แล้วเห็นว่าเชื่อถือได้ โดยทั่วไปแล้วใช้มาตรฐาน 90/90 ซึ่งหมายความว่า ผู้เรียนด้วยบทเรียนนี้จะสามารถตอบสนองถูกต้องทั้งหมด ร้อยละ 90 และร้อยละ 90 ตอบสนองแต่ละตอนได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้บุญชม ศรีสะอาด [20] ยังได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโปรแกรมเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร เป็นการศึกษาหลักสูตรให้ละเอียด เพื่อทราบว่าต้องสอนอะไร มีเนื้อหาอะไรบ้าง

1.2 กำหนดจุดประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียนนั้น ๆ ว่าหลังจากที่ผู้เรียนเรียนจบแล้วนั้นจะเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง โดยจะกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

1.3 วิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อศึกษาว่าในการเรียนรู้อะไรบ้าง จะต้องอาศัยความรู้พื้นฐานหรือพฤติกรรมเมื่อเริ่มเข้าเรียนอะไรบ้าง ระหว่างที่เรียนนั้นจะต้องเรียนรู้อะไรบ้าง และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คืออะไร

1.4 สร้างแบบทดสอบ เป็นการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้ในบทเรียนรู้นั้น โดยยึดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก แบบทดสอบนี้ นอกจากจะช่วยให้ทราบผลการเรียนหลังจากบทเรียนบทนั้นแล้ว ยังช่วยให้ทราบถึงความงอกงามในการเรียน จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย โดยการพิจารณาคะแนนสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน ถ้าผลการสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมาก ก็ชี้ถึงว่าผู้เรียนเกิดความงอกงามมากและชี้ถึงว่าบทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพด้วย

2. ขั้นตอนการเขียน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 เขียนบทเรียน โดยแบ่งเป็นกรอบ (Frames) ต่าง ๆ ตั้งแต่กรอบแรกจนกระทั่งถึงกรอบสุดท้ายอาจเลือกเขียนแบบเส้นตรง (Linear Program) หรือแบบแตกกิ่ง (Branching Program) ก็ได้

2.2 ทบทวนและแก้ไข หลังจากที่ได้เขียนบทเรียนเสร็จแล้วควรทบทวนไว้สักระยะหนึ่งแล้วนำมาพิจารณาหาจุดบกพร่อง เพื่อแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น โดยแก้ไขเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- การแก้ไขด้านความถูกต้องของเนื้อหา จะต้องพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องด้านนี้เป็นอันดับแรก นอกจากผู้เขียนจะเป็นผู้พิจารณาเองแล้ว ควรมีผู้ที่เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชานั้น โดยเฉพาะตรวจสอบ 2-3 คน

- การแก้ไขด้านเทคนิคการเขียนจะต้องพิจารณาหลายด้าน เช่น ความต่อเนื่องของบทเรียน ความเหมาะสมของการแบ่งกรอบ ความเหมาะสมและคุณภาพของภาพที่ใช้ (ถ้ามี) เป็นต้น

3. ขั้นตอนทดลองและปรับปรุง ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทดลองใช้เป็นรายบุคคล หลังจากเขียนบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นนั้น โดยเลือกที่เรียนอ่อนหรือเกือบปานกลาง เพราะจะช่วยให้ได้ข้อมูลในการแก้ไขจุดบกพร่องดีกว่าการเลือกเด็กเก่ง ถ้าเด็กอ่อนสามารถเรียนบทเรียนได้ก็ย่อมประกันได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่หรือทั้งหมดน่าจะเรียนได้เช่นกัน โดยทำการทดสอบกับเด็กประมาณ 3 – 4 คน

3.2 การทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก เป็นการนำบทเรียนที่ผ่านการปรับปรุงจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้รายบุคคลมาทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็กที่มีสติปัญญาค่อนข้างต่ำกว่าปานกลางประมาณ 5 – 10 คน แต่ก่อนเริ่มเรียนบทเรียนจะทำการทดสอบครั้งแรก (Pre-test) เพื่อทราบความรู้ความสามารถในเรื่องนั้น ณ จุดเริ่มต้นโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในเรื่องนั้นที่ได้เตรียมไว้แล้ว และหลังจากที่เรียนบทเรียนนั้นจบแล้ว ก็นำแบบทดสอบชุดเดิมมาทดสอบอีกครั้งหนึ่ง (Post-test) ผู้เรียนบทเรียนจะบันทึกผลการสอบแต่ละข้อของแต่ละคน ทั้งผลสอบครั้งแรกและครั้งหลัง และบันทึกเวลาในการเรียนบทเรียนด้วย เพื่อทราบเวลาเรียนโดยเฉลี่ยในขณะที่ทำบทเรียนนั้นให้นักเรียนทำเครื่องหมายในตอนที่ยากหรือมีปัญหา และอภิปรายปัญหาดังกล่าว หลังจากเรียนจบเพื่อ

หาจุดบกพร่อง อันจะได้แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนต่อไป ประสิทธิภาพของแบบเรียน จะชี้ได้จากความแตกต่างระหว่างผลสอบครั้งหลังกับผลสอบครั้งแรก

3.3 การทดลองใช้ในห้องเรียน นำบทเรียนที่ผ่านการปรับปรุงในขั้นตอนการทดลองใช้กับกลุ่มเล็กแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนในสภาพจริง คือ ใช้กับนักเรียนทั้งชั้นโดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเหมือนกับการทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก จุดมุ่งหมายของการทดสอบกับห้องเรียนจริง ก็คือ ต้องการทราบความเที่ยงตรง (Validity) ในการทำหน้าที่ของบทเรียน กล่าวคือต้องการทราบว่าสามารถใช้ได้ดีกับผู้เรียนในสภาพจริงหรือไม่ เกณฑ์จะใช้พิจารณาว่าบทเรียนโปรแกรมใดใช้ได้หรือไม่ ที่นิยมกันได้แก่ เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) โดยคิดจากผลการทดสอบครั้งหลัง

3.4 ขั้นพิมพ์บทเรียน เป็นการจัดพิมพ์บทเรียนฉบับจริง นำบทเรียนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจากการทดสอบมาพิมพ์เป็นบทเรียนสำหรับใช้ต่อไป

2.2 ทฤษฎีการพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 หลักการพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

จากหลักตามแนวทางของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ของไพโรจน์ ศิริชนานกุล ไพบุลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ แยมพินิจ [3] มีขั้นตอนการพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ในลักษณะของ Interactive Multi-Media Computer Instruction : IMMCIP โดยเริ่มจากหัวเรื่องเป้าหมาย กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้บทเรียน โดยการพัฒนาจะประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก และ แบ่งออกเป็น 16 ขั้นตอนย่อย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ช่วงการวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) เป็นขั้นตอนการพัฒนาเนื้อหาการเรียนการสอน โดยการศึกษาและทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่จะนำมาใส่ในบทเรียน เพื่อกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเรียนอะไรบ้าง เรียนอะไรก่อน เรียนอะไรหลัง เพื่อไม่ให้ซ้ำซ้อนในและหัวข้อ ไม่ให้สิ่งที่เรียนนั้นมากหรือน้อยเกินไป ยากหรือง่ายเกินไป ซึ่งขั้นตอนของการวิเคราะห์เนื้อหานี้มีขั้นตอนย่อย ๆ ที่ต้องทำตามลำดับ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brainstorm Chart) เป็นการนำเทคนิคการระดมสมองมาประยุกต์ใช้ เพื่อบรรณหัวข้อที่ควรจะมีอยู่ในบทเรียน การสร้างแผนภูมิระดมสมอง จะเริ่มจากการเขียนชื่อเรื่องไว้ตรงกลาง จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา จำนวน 4-5 คน ช่วยกันระดมสมอง

แจงหัวข้อที่ควรจะสอน โดยโยงออกจากหัวเรื่องหลัก ขยายออกไปเป็นชั้นๆ มีเส้นเชื่อมโยงให้เห็นความสัมพันธ์ของหัวข้อหลักกับหัวข้อย่อย

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) เป็นการนำแผนภูมิระดมสมองที่ได้มาทำการจัดกลุ่มของหัวข้อหรือจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กัน โดยนำแผนภูมิระดมสมองที่ได้มาทำการจัดกลุ่มของหัวข้อหรือจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กัน โดยนำแผนภูมิระดมสมองมาทำการศึกษาความถูกต้อง สอดคล้องกับทฤษฎี หลักการ เหตุผล ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องกันของหัวข้ออย่างละเอียด อาจมีการตัดหรือเพิ่มหัวเรื่องตามเหตุผลและความเหมาะสมของเนื้อหาวิชาเพื่อให้หัวข้อที่จะนำมาพัฒนาเป็นเนื้อหาที่สมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 3 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) เป็นการนำหัวข้อที่ได้จากแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ มาจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยพิจารณาลำดับก่อนหลัง หรือ คู่ขนานกันตามความจำเป็นที่จะต้องอ้างอิง เมื่อเขียนเสร็จแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง

2. ช่วงการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Design) การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้และการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ต้องทำตามลำดับ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 4 การกำหนดกลวิธีในการนำเสนอ และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา (Strategic Presentation Plan & Behavioral Objective) เริ่มจากการนำแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา มาทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ โดยพิจารณากลุ่มหัวเรื่องที่สามารจัดไว้ในหน่วยเดียวกันได้ นอกจากนี้ยังคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน เมื่อแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้แล้วก็นำหน่วยการเรียนรู้ที่ได้ทั้งหมดมาจัดลำดับการนำเสนอ หรือสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้วิชา (Course Flowchart) และจะมีความสัมพันธ์แนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา จากนั้นนำหน่วยการเรียนรู้มาทำการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เมื่อเสร็จแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบอีกครั้ง

ขั้นที่ 5 การออกแบบแผนภูมิกำหนดการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Module Presentation) เป็นการวางแผนการสอน ซึ่งต้องทำการออกแบบการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มเป้าหมาย โดยเลือกวิธีการสอน สื่อการสอนที่เหมาะสมโดยเริ่มจากพิจารณาเนื้อหาแต่ละช่วงพร้อมคิดวิธีการสอน สื่อที่ใช้ เช่น รูปภาพ วีดิโอ ภาพเคลื่อนไหว หรือประกอบ เป็นต้น

นอกจากนี้ต้องพิจารณาและออกแบบลักษณะปฏิสัมพันธ์ในแต่ละหัวข้อ จนครบทุกหัวข้อของหน่วยการเรียนรู้ และทำจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในการออกแบบการนำเสนอ ประกอบด้วย การนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอเนื้อหาสาระ การเสริมความเข้าใจ การสรุปเนื้อหาสาระ และการทดสอบ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

3. ช่วงการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้(Development) การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ก่อนที่จะนำไปเขียนโปรแกรม ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 6 การเขียนรายละเอียดเนื้อหาบทเรียนการสอน เริ่มจากการนำแผนภูมิการนำเสนอแต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ มาเขียนรายละเอียดเนื้อหาบทเรียนการสอน (Script) โดยทำการเขียนไปที่ละกรอบตามลำดับเนื้อหาและวิธีการที่ได้ออกแบบไว้เขียนจนครบทุกเนื้อหา

ขั้นที่ 7 การจัดลำดับกรอบการสอน (Storyboard Development) เป็นการนำกรอบการสอนมาตรวจสอบลำดับการสอนที่เขียนไว้ เพื่อให้เป็นไปตามการนำเสนอที่ได้วางแผนไว้ทั้งหมดและความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่สามารถตอบสนองการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ด้วย ในการตรวจสอบลำดับเนื้อหานี้ จะมีการตรวจสอบ 2 ขั้นตอน คือ การตรวจสอบความต่อเนื่องของเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เดียวกัน และการตรวจสอบการเชื่อมโยงของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งหลังจากที่ทำการตรวจสอบลำดับของเนื้อหาตามขั้นตอนแล้ว ถือว่าเสร็จสิ้นกระบวนการจัดลำดับกรอบการสอน และกรอบการสอนที่จัดทำขึ้นทั้งหมดนี้ เรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ (Courseware)

ขั้นที่ 8 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Validity) เป็นการนำ Courseware ที่พัฒนาขึ้นไปทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยทำการตรวจสอบ 2 ด้านต่อเนื่องกัน คือ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นการรับรองคุณภาพของเนื้อหาว่าถูกต้องก่อนนำไปพัฒนาเป็นบทเรียนและทำการปรับแก้แล้ว จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายจริง โดยคัดเลือกประมาณ 9 – 12 คน ให้ทดลองเรียนเนื้อหาเพื่อทดสอบความเข้าใจในการเรียนเนื้อหาและการสื่อความหมายของสำนวนที่ใช้ ตลอดจนรูปแบบที่สื่อความหมายต่อผู้เรียนทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มาทำการปรับแก้ให้สมบูรณ์ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นที่ 9 การเขียนและประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ เป็นการสร้างแบบทดสอบตามหลักการพัฒนาข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยอ้างอิงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นนำไปทดสอบกับกลุ่มที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว โดยใช้ประมาณ 30-100 คน แล้วนำผลการทดสอบมาหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบว่าเป็นแบบทดสอบที่ได้คุณภาพตาม

เกณฑ์หรือไม่ ถ้ามีข้อใดที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์นำไปปรับปรุงแก้ไขทดลองจนกว่าจะใช้ได้เพื่อนำไปจัดทำเป็นโปรแกรมต่อไป

4. ช่วงการพัฒนาเนื้อหาสู่โปรแกรม (Implementation) ขั้นตอนการพัฒนาเนื้อหาสู่โปรแกรมนี้เป็นขั้นตอนต่อจากการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ โดยนำกรอบการสอนไปจัดทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 10 การเลือกโปรแกรมที่จะใช้นำเสนอบทเรียน เป็นการเลือกโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณาโปรแกรมที่เหมาะสม และสามารถตอบสนองต่อบทเรียนที่ทำการออกแบบไว้แล้ว ซึ่งอาจใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสำเร็จรูป (Authoring System) หรือ โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป

ขั้นที่ 11 การพัฒนาและจัดเตรียมสื่อที่จะใช้ประกอบบทเรียน เป็นการจัดเตรียมสื่อต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิตบทเรียนสื่อต่างๆ ที่จะต้องเตรียม ได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพกราฟิกต่างๆ เช่น กราฟิกของหัวเรื่อง และพื้นหลังหรือปุ่มต่างๆ ตามกรอบการสอนที่ได้ทำการออกแบบไว้เมื่อผลิตสื่อต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ทำการบันทึกเป็นไฟล์ไว้ และจัดเก็บแยกเป็นหมวดหมู่ เพื่อให้สามารถเรียกใช้ได้ง่ายสะดวก พร้อมทั้งจะนำไปใช้การจัดลงโปรแกรม

ขั้นที่ 12 การนำข้อมูลเนื้อหาลงโปรแกรม เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลเนื้อหาที่พัฒนาไว้บนกรอบการสอนจัดลงโปรแกรมพร้อมสื่อต่างๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้ การลงโปรแกรม (Coding) จะต้องทำด้วยความประณีต ในระหว่างทำควรตรวจสอบสื่อต่างๆ และลำดับการนำเสนอเนื้อหาว่าถูกต้องตามกรอบการสอนที่ได้ออกแบบไว้ รวมทั้งลำดับการนำเสนอเนื้อหาด้วย

5. ช่วงการประเมินผลบทเรียน (Evaluation) ขั้นตอนการประเมินผลบทเรียน เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบผลการวิเคราะห์และการออกแบบว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดหรือไม่ ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่ได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 13 การตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน เป็นการตรวจสอบคุณภาพของมัลติมีเดียของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างเสร็จแล้ว โดยผู้เชี่ยวชาญด้านมัลติมีเดียเป็นผู้ตรวจสอบสื่อต่างๆ ที่ใช้ เช่น สีของตัวอักษร สีของพื้นหลังเหมาะสมหรือไม่ คุณภาพของเสียงดีหรือไม่ ภาพที่นำมาใช้มีความคมชัดและมีขนาดที่เหมาะสมหรือไม่ การออกแบบหน้าจอ รวมทั้งการเชื่อมโยงของกรอบการสอนแต่ละกรอบ หลังจากตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว นำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 14 การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ เป็นการทดลองขั้นตอนหรือกระบวนการในการทดสอบหาประสิทธิภาพก่อนการหาประสิทธิภาพจริง โดยการนำกลุ่มเป้าหมายจำนวนประมาณ 10 คน ทำการทดลอง ในระหว่างทดลองหาประสิทธิภาพนั้นจะทำการเก็บข้อมูล เช่น เวลาที่ใช้ การสื่อสารระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน เพื่อนำไปแก้ไขข้อมูลนั้นให้เรียบร้อยก่อนนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพจริง

ขั้นที่ 15 การทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล เป็นขั้นตอนการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนซึ่งจะใช้กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน ค่าประสิทธิภาพในกระบวนการเรียน จะใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพหลังการเรียน (E_1 / E_2) และค่าประสิทธิผล $E_{\text{post}} - E_{\text{pre}}$) ควรจะมีค่าสูงกว่า 60% หากได้ผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ถือว่าบทเรียนนั้นใช้ได้

ขั้นที่ 16 การจัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เป็นขั้นตอนการจัดทำคู่มือการใช้บทเรียน เพื่อใช้ประกอบการเรียน หากผู้เรียนมีข้อสงสัย เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่ผู้เรียนจะต้องพึ่งตัวเองและตัวบทเรียนเท่านั้น ซึ่งจะสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าหาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนได้สะดวกและถูกต้อง

2.2.2 การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

ขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์การสอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การสร้างแผนภูมิระดมสมอง การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ และการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด [21] ดังนี้

2.2.2.1 การสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brainstorm Chart Creation)

แผนภูมิระดมสมองเป็นแผนภูมิที่แสดงให้เห็นหัวข้อที่ควรจะมีอยู่ในบทเรียน โดยแต่ละหัวข้อจะมีเส้นเชื่อมแสดงความสัมพันธ์กับหัวข้ออื่นๆ และทุกเส้นจะมีจุดเริ่มต้นจากหัวข้อหลัก หลักการของการระดมสมอง คือ การจัดเป็นกลุ่มย่อยไม่เกิน 5 คน ให้ทุกคนช่วยกันคิดและแสดงออกอย่างอิสระ เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลในทุกๆ ด้านที่เสนอออก จะไม่มีปฏิกิริยาหรือการโต้แย้งใดๆ จากเพื่อนสมาชิกในกลุ่มโดยเด็ดขาด

บุคลากรในการสร้างแผนภูมิระดมสมองในกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาทั้ง 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างแผนภูมิระดมสมอง การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ และการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา

นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่สุด จะต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ ซึ่งบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการวิเคราะห์เนื้อหาทั้ง 3 ขั้นตอน คือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชานั้นเอง

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความสามารถในศาสตร์สาขาวิชาที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนอย่างแท้จริง โดยเฉพาะในเรื่องของแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ตลอดจนความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นำมาผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนนี้

คุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา พิจารณาได้จากคุณสมบัติดังนี้

1. เป็นบุคคลที่มีวุฒิการศึกษาควรตั้งแต่ปริญญาตรีขึ้นไป หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาที่ตรงกับเรื่องที่จะผลิตเป็นบทเรียน
2. เป็นบุคคลที่เคยเขียนตำราหรือสอนวิชาที่จะพัฒนาไม่ต่ำกว่า 3 ครั้งในช่วง 5 ปี และยังคงคลุกคลีกับวิชาดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง
3. หากเป็นวิชาที่สามารถเสริมด้วยประสบการณ์ทำงาน จะเป็นบุคคลที่เคยดำรงตำแหน่งบริหารในงานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะผลิตอย่างน้อย 3 ปี เช่น ผู้อำนวยการหรือหัวหน้างาน หรือผู้เชี่ยวชาญด้วยประสบการณ์ จะต้องปฏิบัติหน้าที่ในเรื่องนั้นจนเกิดความชำนาญอย่างน้อย 5 ปี
4. เป็นบุคคลที่มีความเต็มใจ ตั้งใจและมั่นใจสามารถให้ความร่วมมือจนจบกระบวนการเป็นผู้ปราศจากความลำเอียง หรือต้องไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวมากเกินไป จนทำให้ความคิดเห็นส่วนรวมหรือผลการตรวจสอบเนื้อหาสาระไม่น่าเชื่อถือ
5. เป็นบุคคลที่มีแนวทางหรือกรอบของการแสดงความคิดเห็นที่ชัดเจนถูกต้อง

2.2.2.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิระดมสมอง

หลักการการสร้างแผนภูมิระดมสมอง อาศัยเทคนิคการระดมสมองเข้ามาประยุกต์เพื่อรวบรวมหัวข้อที่ควรจะมี โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชา ประมาณ 3 คน ช่วยกันระดมความคิด โดยเปิดโอกาสให้ทุกคนคิดและเขียนหัวข้อที่ควรจะมีได้อย่างเสรี โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 หัวหน้ากลุ่มแจ้งรายละเอียดที่สำคัญให้สมาชิกทราบ ในการสร้างแผนภูมิระดมสมองนั้นจะมีหัวหน้ากลุ่ม 1 คนโดยหัวหน้ากลุ่มอธิบายรายละเอียดให้สมาชิกทราบถึงความมุ่งหมาย รายละเอียดที่เกี่ยวข้อง และกติกาหรือเงื่อนไขในการระดมสมอง

ขั้นที่ 2 เขียนหัวข้อเรื่องหลักหรือชื่อวิชาไว้ตรงกลางและขีดเส้นล้อมข้อความ จากนั้นเขียนหัวข้อเรื่องหลักไว้ตรงกลางกระดาษหรือถ้าเป็นกระดานก็เขียนไว้ตรงกลางกระดาน เสร็จแล้วขีดเส้นล้อมข้อความนั้นไว้เพื่อให้ทราบว่าเป็นหัวข้อหลัก

ขั้นที่ 3 เปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มเขียนหัวข้อที่ตนเองคิดไว้ เปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มเขียนหัวข้อที่ตนเองคิดไว้ โดยเขียนขยายออกจากหัวเรื่องหลักแล้วลากเส้นเชื่อม เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ต่อเนื่องของหัวข้อนั้นกับหัวข้อหลักเขียน เช่นนี้ขยายออกไปเรื่อยๆ ในขั้นตอนนี้จะเปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนช่วยกันเขียนขยายออกไปเรื่อยๆ โดยไม่มีการขีดขวางหรือท้วงติงใดๆ

ขั้นที่ 4 สอบถามสมาชิกก่อนจบ เมื่อเวลาผ่านไป ทุกคนเขียนหัวข้อจนถึงภาวะหยุดนิ่งและไม่มีใครเขียนต่อหัวหน้ากลุ่มจะสอบถามสมาชิกว่ามีใครต้องการเขียนเพิ่มเติมอีกหรือไม่ หากมีก็จะเปิดโอกาสให้เขียนต่อ แต่ถ้าไม่มีก็ถือว่ากระบวนการระดมสมองนั้นเสร็จสิ้นแล้ว

การนำเทคนิคการระดมสมองมาใช้นั้นมีข้อดี คือ จะได้หัวข้อจำนวนมากที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับหัวเรื่องหลักและมีทิศทางเดียวกัน ไม่กว้างจนทำให้ตัดสินใจลำบาก เพราะหัวข้อแต่ละหัวข้อจะมีเส้นเชื่อมถึงกัน แสดงให้เห็นความต่อเนื่องสัมพันธ์แต่ละหัวข้อ และข้อดีอีกอย่างหนึ่ง คือ สมาชิกทุกคนได้มีส่วนร่วมในการช่วยกันคิด ซึ่งมีผลทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและครอบคลุมได้ครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น

อย่างไรก็ตามมีข้อควรคำนึงในการใช้เทคนิคระดมสมอง คือ ควรมีการแจ้งให้สมาชิกทราบล่วงหน้า และหากมีข้อมูลใดที่สำคัญก็ต้องมอบให้ล่วงหน้าก่อน เพราะการที่จะใช้เวลาค่าในช่วงสั้นๆ นั้น ผลอาจจะได้ข้อมูลที่ไม่เพียงพอ และการคัดเลือกสมาชิกควรมีคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญจริง

2.2.2.3 การสร้างแผนภูมิระดมสมองเพียงคนเดียว

ในกรณีที่สร้างแผนภูมิระดมสมองเพียงคนเดียว อาจจะเริ่มตั้งแต่ศึกษาข้อมูลที่มีอยู่จากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น หนังสือ สื่อต่างๆ หรืออาจจะต้องไปสัมภาษณ์หรือสอบถามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อเก็บเป็นความรู้ไว้ จากนั้นจึงสร้างแผนภูมิระดมสมองซึ่งอาจจะค่อยๆ ทำไปตามข้อมูลที่ตนเองมีอยู่ในสมอง หากคิดไม่ออกก็พักชกระยะหนึ่งแล้วหาข้อมูลเพิ่มเติม ดำเนินการระดมสมองของตนเองประมาณ 4-5 รอบ จนกว่าจะมั่นใจว่าได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ที่สุดแล้วจึงหยุด

2.2.2.4 การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart Creation)

จากการสร้างแผนภูมิระดมสมองที่ต้องการได้ปริมาณหัวข้อที่หลากหลายมากมาย และการนำเสนออย่างอิสระในความคิดของแต่ละคน เมื่อต่างคนต่างคิด ต่างคนต่างเขียนและห้ามวิจารณ์หัวข้อที่ระดมสมองได้ อาจจะยังไม่ถูกต้องนัก อาจซ้ำซ้อนหรือขาดตกหล่นบ้าง ดังนั้น จึงต้องมีการวิเคราะห์หัวข้อที่ได้จากการสร้างแผนภูมิระดมสมองอีกครั้งด้วยการสร้างเป็นแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์

1. แนวคิดพื้นฐานของแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ เมื่อพิจารณาแผนภูมิระดมสมองแล้ว อาจจะพบว่าการวางหัวข้อบางหัวข้อผิดตำแหน่ง หรือเกิดความซ้ำซ้อนกัน จึงต้องมีการพิจารณาหัวข้อที่มีอยู่ทั้งหมด โดยพิจารณาว่าเนื้อหาใด ควรจะจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ในขณะที่เดียวกันก็จะพิจารณาว่า ควรจะเพิ่มหัวข้อบางหัวข้อ เพื่อให้เนื้อหาสมบูรณ์ขึ้น หรือบางครั้งอาจจะต้องยุบบางหัวข้อที่ซ้ำซ้อน หรืออาจจะตัดบางหัวข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป และเมื่อเสร็จขั้นตอนนี้ จะได้หัวข้อที่ถูกจัดไว้เป็นหมวดหมู่หรือเป็นกลุ่มของเนื้อหา โดยเนื้อหาแต่ละหมวดหมู่ จะมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันและถูกต้องตามหลักทฤษฎี และเนื้อหาวิชานั้น

2. บุคลากรในสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ บุคลากรที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ จะต้องเป็นบุคลากรกลุ่มเดียวกันกับที่สร้างแผนภูมิระดมสมอง ทั้งนี้เพราะเป็นงานที่ต้องทำต่อเนื่องกัน การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์จะใช้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมมาทำการวิเคราะห์เนื้อหา การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์นี้ ก็เพื่อจัดหมวดหมู่ของเนื้อหาให้เป็นหมวดหมู่เดียวกัน

3. ขั้นตอนของการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์

ขั้นที่ 1 แจกกระดาษเย็บให้ทราบ หลังจากสร้างแผนภูมิระดมสมองเสร็จแล้ว หัวหน้าทีมแจ้งจุดประสงค์และรายละเอียดการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ให้สมาชิกทราบ

ขั้นที่ 2 หัวหน้ากลุ่มเป็นผู้เริ่มต้น หัวหน้ากลุ่มจะบอกให้สมาชิกทราบว่าเริ่มต้นในการจัดกลุ่มเนื้อหาใดก่อนแล้วดำเนินการทำไปที่ละกลุ่ม ขั้นตอนนี้มีความสำคัญ หากหัวหน้ากลุ่มไม่เริ่มต้นการจัดเนื้อหาจะยาก เพราะสมาชิกแต่ละท่านอาจเริ่มจากกลุ่มของเนื้อหาที่ตนเองสนใจ เมื่อต่างคนต่างสร้างแผนภูมิที่ได้อาจจะไม่ดีนัก เพราะอาจมีจุดที่ถูกละเอียดหลายจุด และอาจเกิดความขัดแย้งได้ง่าย ดังนั้นควรทำงานเป็นทีมโดยจัดเนื้อหาไปที่ละกลุ่มจะดีกว่า

ขั้นที่ 3 ดำเนินการสร้างแผนภูมิ เมื่อหัวหน้ากลุ่มแจ้งหัวข้อที่จะทำให้ทราบแล้วก็จะให้สมาชิกกลุ่มช่วยกันดูว่า ภายในหัวข้อนั้นมีการแก้ไข เช่น การย้าย การเพิ่ม และการลดหัวข้อ ในกลุ่มนั้นหรือไม่ หากมีใครเสนอแก้ไขก็ต้องอธิบายให้สมาชิกคนอื่นทราบว่าเพราะเหตุใด และหากมีผู้อื่นแย้งขึ้นก็ให้บอกเหตุผลให้ทราบด้วยเช่นกัน หากตกลงกันไม่ได้ หัวหน้ากลุ่มอาจจะใช้มติของที่ประชุมหรืออาจเป็นผู้ตัดสินใจเพื่อไม่ให้เกิดการขัดแย้งในกลุ่ม ทำเช่นนั้นจนครบทุกหัวข้อในแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ทามก่อนเสร็จ หลังจากทำทุกกลุ่มของหัวข้อเสร็จแล้ว หัวหน้ากลุ่ม จะต้องสอบถามสมาชิกอีกครั้ง ว่ามีใครจะเสนอแก้ไขหรือเพิ่มเติมหัวข้อใดหรือไม่ ถ้าไม่มีก็อาจจะให้ช่วยกันพิจารณาอย่างละเอียดอีกครั้งก่อนจะหยุดการพิจารณา

ขั้นที่ 5 เสร็จสิ้นกระบวนการเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการแล้วผลที่ได้รับ คือ แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์

2.2.2.5 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Creation)

การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาเป็นขั้นตอนที่จะต้องทำต่อจากแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ เพราะหลังจากที่สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์แล้ว จะได้หัวข้อที่มีการจัดกลุ่มแบ่งเป็นหมวดหมู่เหมาะสม แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ เพราะว่ายังมิได้มีการจัดเรียงลำดับว่ากลุ่มเนื้อหาใดจะต้องเรียนก่อนเรียนหลังอย่างไร การจัดลำดับเนื้อหา จัดจากสิ่งง่ายไปสู่สิ่งที่ยาก จัดเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม เนื้อหาใดที่เป็นพื้นฐานควรจัดให้เรียนก่อน

ขั้นตอนในการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา คือ การจัดลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของเนื้อหา นั่นเอง

1. บุคลากรในการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา จะต้องเป็นบุคลากรกลุ่มเดียวกันกับที่สร้างแผนภูมิระดมสมอง ทั้งนี้เพราะเป็นงานที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องกัน

2. หลักการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา คือ การนำเนื้อหาจากแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์มาวิเคราะห์จัดลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลัง แล้วเขียนลงในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ถ้าหัวเรื่องเนื้อหาสัมพันธ์กันตรงก็เขียนต่อกันเป็นแนวตรงแบบอนุกรม และถ้าหัวเรื่องเนื้อหาไม่สัมพันธ์กันก็จะเขียนแบบคู่ขนานกันไป ในการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหานี้ ผู้ทำจะต้องทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์ของแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาก่อน

3. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา เพื่อทำความเข้าใจความหมาย และการนำไปใช้เขียนแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา สัญลักษณ์ประกอบด้วยเหตุการณ์ ลูกศรกิจกรรม เลขลำดับกิจกรรมและเหตุการณ์

3.1 เหตุการณ์ (Event or Node) เป็นจุดกำหนดการเริ่มต้นหรือจุดสุดท้ายของหัวข้อหนึ่งมีลักษณะเป็นวงกลมหรือไข่ปลา โดยปกติแล้วเหตุการณ์แบบวงกลมจะใช้กับหัวข้อที่ต้องเรียนแบบเป็นลำดับ จะข้ามขั้นไม่ได้ต้องเรียนไปตามลำดับ แต่สำหรับเหตุการณ์แบบไข่ปลาจะใช้กับหัวข้อที่คู่ขนานกัน ซึ่งเป็นทางเลือกโดยเลือกเรียนหัวข้อใดก่อนก็ได้

3.2 ลูกศรกิจกรรม (Activity Arrows) เป็นสัญลักษณ์แทนกิจกรรมหรือหัวข้อเนื้อหา ซึ่งจะต้องเขียนกำกับไว้ด้านบนหรือด้านล่างลูกศรให้ชัดเจน ในการใช้งานจะใช้ร่วมกับเหตุการณ์

3.3 เลขลำดับกิจกรรม ในการอ้างอิงลำดับของหัวข้อ ให้เขียนเลขลงในเหตุการณ์ ในการใส่ตัวเลขลำดับกิจกรรมนั้น จะต้องศึกษาลักษณะของโครงสร้างของเนื้อหา ซึ่งโครงสร้างเนื้อหาสามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ โครงสร้างแบบเส้นตรง โครงสร้างแบบขนาน และโครงสร้างแบบผสม

- แบบที่ 1 โครงสร้างแบบเส้นตรง โครงสร้างเนื้อหาแบบนี้จะเขียนเป็นเส้นตรง โดยมีการเรียงลำดับเนื้อหาตามลำดับ จากซ้ายไปขวา หมายถึง ผู้เรียนจะต้องเรียนไปตามลำดับเท่านั้น ในกรณีนี้คือ เรียนตามลำดับ A B C สำหรับการใส่เลขนั้นจะใส่เรียงลำดับจากซ้ายไปขวาเช่นกัน

- แบบที่ 2 โครงสร้างแบบขนาน โครงสร้างเนื้อหาแบบนี้ เป็นเนื้อหาที่มีความหมายและความสำคัญในตัวเอง ไม่ขึ้นแก่กัน การเสนอเนื้อหาที่มีโครงสร้างแบบนี้ ผู้เรียนสามารถเรียนเนื้อหาใดก่อนเนื้อหาใดหลังก็ได้ทั้งสิ้น ในการใส่ตัวเลขโครงสร้างแบบขนานจะให้ความสำคัญโดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง ทั้งนี้เพื่อความเป็นระเบียบและง่ายต่อการอ่านและค้นหาเท่ากัน จะไม่เป็นข้อบังคับว่า จะต้องลำดับเหตุการณ์จากบนลงล่าง

- แบบที่ 3 โครงสร้างแบบผสม เป็นโครงสร้างทั้งแบบเส้นตรงและแบบขนาน โครงสร้างเนื้อหาแบบนี้จึงเป็นแบบผสมผสาน การนำเสนอเนื้อหาแบบนี้ จึงมีการนำเสนอทั้งเป็นลำดับและไม่เป็นลำดับ ในการใส่ตัวเลขนั้น จะให้ความสำคัญจากซ้ายไปขวา และจากบนลงล่าง คือ หากเป็นแบบขนานก็ใส่ตัวเลขน้อยกว่าอยู่ด้านบน และตามด้วยตัวเลขที่มากขึ้น

2.2.2.6 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา

ขั้นที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาประมาณ 3 คน มาช่วยกันระดมความคิดนำแผนภูมิหัวเรื่องสัมพัทธ์มาพิจารณา หัวข้อหลักในขั้นแรกสุด พิจารณาว่าหัวข้อใดควรเรียนก่อนหรือหลัง

ขั้นที่ 2 นำหัวข้อหลักในขั้นแรกสุด มาเขียนลงในแผนภูมิ จัดลำดับให้ถูกต้องตามหลักการ และควรเว้นช่องว่าง

ขั้นที่ 3 พิจารณาเนื้อหาภายในหัวข้อหลักทีละหัวข้อ แล้วเขียนลงในแผนภูมิเขียนลงไปทีละลำดับครบหัวข้อนั้น

ขั้นที่ 4 เมื่อเขียนโครงข่ายในหัวข้อแรกเสร็จแล้ว ให้เขียนโครงข่ายหัวข้อถัดไป ทำไปทีละหัวข้อจนครบทั้งหมด

2.2.3 การออกแบบโครงสร้างบทเรียนและการออกแบบการสอน

การออกแบบการสอน ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งการออกแบบการสอนนี้ ถือเป็นการเตรียมการล่วงหน้าก่อนการสอน หรือที่เรียกว่า การวางแผนการสอน ซึ่งผู้พัฒนาจะต้องทำการคิดหาวิธีที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนนั้น สามารถแบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการออกแบบโครงสร้างบทเรียนและส่วนของการออกแบบการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.3.1 การออกแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

สำหรับการออกแบบโครงสร้างบทเรียน เป็นขั้นตอนที่ต้องทำหลังจากทำการวิเคราะห์เนื้อหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอนที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องกัน คือ การกำหนดกลวิธีในการนำเสนอและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาและการออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

1. การกำหนดกลวิธีในการนำเสนอและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาขั้นตอนนี้เราสามารถแบ่งขั้นตอนย่อย ๆ ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1.1 การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ ทำได้โดยการนำแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ที่มีการลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาไว้เรียบร้อยแล้วนั้นมาทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ เป็นการแบ่งเนื้อหาให้มีขนาดเหมาะสมกับการเรียนเนื้อหาแต่ละครั้งให้มีประสิทธิภาพ คือ ทำให้การเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยมีขนาดเหมาะสมกับผู้เรียน เนื้อหาที่มีปริมาณเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสิ่งที่ต้องพิจารณาในการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยเรียนนั้น จะพิจารณาถึงเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละช่วงตามระดับการศึกษาของผู้เรียนลักษณะความยากง่ายของเนื้อหาและรายละเอียดของกลุ่ม Concept ของเนื้อหาเป็นต้น

1.2 การกำหนดและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เมื่อได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้แล้วจะเป็นการกำหนดและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องกำหนดให้ชัดเจนถึงพฤติกรรมที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นหลังจากเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยจบแล้ว วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะเป็นตัวกำหนดทิศทางขอบเขตของพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน

1.3 การสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้ เมื่อกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จแล้วก็จะเป็นการนำแต่ละหน่วยเรียนมาจัดลำดับและความสัมพันธ์ในแนวเดียวกัน แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ซึ่งจะได้แผนภูมิหน่วยการเรียนรู้วิชา (Course Flowchart Creation) ลักษณะของการสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้วิชา จะทำให้ทราบลำดับการนำเสนอเนื้อหาตามลำดับของหน่วยการเรียนรู้ได้สมบูรณ์

2. การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เมื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้ว ก็จะเป็นการออกแบบการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งเราเรียกขั้นตอนนี้ว่า “การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้” (Module Presentation Chart) ซึ่งในการออกแบบแผนภูมิการนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนนั้น ผู้พัฒนาจำเป็นต้องทราบโครงสร้างในการออกแบบการสอนและทำการออกแบบให้ครอบคลุมกระบวนการสอน โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ประกอบด้วยการนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอเนื้อหา การเสริมความเข้าใจ การสรุปเนื้อหา และการทดสอบหลังเรียน

2.2.3.2 การออกแบบการสอน (Instruction Design)

การออกแบบการสอน (Instruction Design) สำหรับการออกแบบ IMMCIP จะทำการออกแบบ เช่นเดียวกับการสอนจริงด้วยคน (Live Instruction) ซึ่งผลที่ได้จากการออกแบบการสอน คือ Module Presentation Chart ซึ่งในการออกแบบการสอน ไพโรจน์ ตรีธรรณกุล ไพบุญย์ เกียรติโกมล และ สิริลักษณ์ ตรีธรรณกุล [22] ได้นำหลักการออกแบบการสอน 9 ข้อ ของกาเย่ (Gagne') มาใช้ ประกอบการพิจารณาในการออกแบบ ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Pre-view or Warm-up) เป็นกระบวนการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการเรียนรู้สิ่งใหม่ที่มุ่งหมายที่จะเริ่มการสอน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการสร้างเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ในการนำเข้าสู่บทเรียนควรดำเนินการ ดังนี้

1.1 ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้ (Inform the Learner of the Objectives)

การเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะต้องดำเนินการให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่จะเรียนรวมถึงเค้าโครงของเนื้อหา ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ การทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้สามารถจัดทำได้หลายรูปแบบ เช่น การสร้างความเข้าใจอย่างกว้างๆ จนถึงการเรียนรู้ในหัวข้อย่อยด้วยการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่ง คือ ข้อความหรือภาพวิดีโอภาพต่อเนื่องหรือคำบรรยายที่เสนอบนจอ ควรที่จะสั้นและได้ใจความ และสิ่งเสนอนั้น ถ้าเป็นไปได้ ควรจะมีส่วนดึงดูดผู้เรียนด้วย ข้อความที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ใช้คำ ภาพ แผนภูมิที่สั้นๆ สื่อความหมายดีและเข้าใจง่าย
- หลีกเลี่ยงสิ่งที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่น่าสนใจโดยทั่วไป
- ไม่ควรยืดเยื้อจนเกินไป โดยเฉพาะในเนื้อหาย่อยในแต่ละส่วน
- การทำให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมส่วนที่สามารถประยุกต์ใช้ จะทำให้น่าสนใจได้บ้าง
- หากบทเรียนมีหลายบทการนำเสนอแผนภูมิบทเรียนแทน Menu จะทำให้ง่ายขึ้น
- การนำเสนอเรื่องราวเพื่อสร้างความสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นสิ่งที่ดี

แต่ควรคำนึงถึงด้านเวลากำหนดช่วงให้เหมาะสมหรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อข้ามช่วงไปก็ได้

1.2 การสร้างความสนใจให้เกิดขึ้น (Gaining Attention) ในการนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะทำให้ผู้เรียนได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะเรียน ดังนั้น ควรจะเริ่มด้วยลักษณะการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นนั้น จะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไป ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียน จะต้องเริ่มตั้งแต่ Title ของบทเรียน ในการสร้าง Title นั้นจะต้องออกแบบ เพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ ไม่ใช่เพะวงอยู่ที่

แป้นพิมพ์ ถึงแม้ต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น การกด Space Bar หรือ การกด Key ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

ข้อควรที่จะต้องพิจารณา ในการออกแบบ มีดังนี้

- ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหาและกราฟิกนั้น ควรจะมีขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน
- ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว
- ควรใช้สีเข้าช่วย โดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มอื่นๆ ที่ตัดกับพื้นชัดเจน
- ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
- กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพไม่นานจนเกินไปหรือให้ผู้เรียนกด Key หรือ Space Bar
- ในกราฟิกดังกล่าว ควรแสดงชื่อเรื่องหรือหัวเรื่องเนื้อหาไว้ด้วย
- ควรใช้เทคนิคการเรียนกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว มีการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม
- กราฟิกนั้น นอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (Presenting Main Content) ควรนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรจะเริ่มจากส่วนที่มีความสัมพันธ์กับการนำเข้าบทเรียน และจะต้องยึดหลักการสอนที่จะต้องเริ่มจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้ จากพื้นฐานไปสู่สิ่งที่สูงขึ้น จากสิ่งที่เข้าใจง่ายไปสู่สิ่งที่สลับซับซ้อน และการนำเสนอสิ่งต่างๆ ที่สร้างเสริมความเข้าใจเป็นกลุ่มก้อนที่เหมาะสม เพื่อเป็นการสร้างประสิทธิภาพการเรียนที่สูงขึ้น ในการนำเสนอเนื้อหาควรดำเนินการดังนี้

2.1 ทำการกระตุ้นให้หวนนึกถึงความรู้เดิม (Stimulate Recall of Prerequisites) ในการเรียนความรู้ใหม่ของผู้เรียน เนื้อหาและแนวความคิดอาจต้องมีส่วนอาศัยพื้นฐานความรู้บางเรื่องมาก่อน หากผู้เรียนสามารถจำเรื่องเหล่านั้นได้ จะทำให้ผลการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ดียิ่งขึ้น ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องหาวิธีการชี้แนะ และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ย้อนนึกถึงความรู้เดิมให้ได้ก่อน ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว ยังเป็นการทบทวนเนื้อหา หรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนด้วย เช่น จัดให้ทำกิจกรรมที่จะเชื่อมโยงสัมพันธ์กับเนื้อหาเดิม การนำเสนอเรื่องราว ภาพ หรือเหตุการณ์ที่จะโยงไปยังเนื้อหาเดิมได้ หรือจะใช้วิธีการตรวจสอบต่างๆ ที่จะวัดและชี้แนะให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (หมายเหตุ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) นี้ จะต่างจากการทดสอบก่อนเรียนเพื่อประสิทธิผลซึ่งจะเป็นการทดสอบเพื่อหาระดับความรู้ใหม่ของผู้เรียนรู้ก่อนเข้าบทเรียน)

เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ การทบทวนความรู้เดิมนี้ อาจใช้การทดสอบเสมอสำหรับการเข้าสู่บทเรียนใหม่ แต่หากเป็นบทเรียนที่สร้างเป็นหน่วยๆ ต่อๆ กันไป

ตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้า ซึ่งเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วว่า การกระตุ้นอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมที่ใช้ จะมากบ้าง น้อยบ้างขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับเนื้อหา

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ห้ามคาดคะเนว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรจะมี
- การทดสอบหรือให้ความรู้ถือเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
- การทบทวนหรือทดสอบ ควรให้กระชับและตรงตามเนื้อหามากที่สุด
- ในระหว่างการเรียนเนื้อหาใหม่ ควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก

จากการทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนเนื้อหาเดิมได้ตลอดเวลา

- อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจขึ้น

2.2 การเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ (Presenting the Stimulus Material) ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่สามารถนำเสนออย่างน่าสนใจ โดยการเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความ เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือข้อเขียนเพียงอย่างเดียว เพราะภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ บางครั้งในเนื้อหาบางช่วง มีความยากในการที่จะสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรหาวิธีการอื่นๆ ที่จะนำเสนอแทนด้วยภาพได้ ซึ่งจะได้ผลดีกว่าข้อเขียนทั้งหมด ภาพที่สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และส่วนอื่นๆ ส่วนภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ได้แก่ ภาพจากสัญญาณวิดีโอ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิทัลอื่นๆ เช่น ภาพถ่ายดิจิทัลจาก Laser Disc จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์โดยตรง เป็นต้น การใช้ภาพประกอบเนื้อหาจะต้องมีความเหมาะสม ดังนี้

- มีรายละเอียดไม่มากเกินไป
- ใช้เวลาให้ภาพปรากฏบนจอไม่ล่าช้าเกินไป
- ภาพจะต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาเท่าที่ควร
- ไม่สลับซับซ้อน เป็นที่เข้าใจยาก
- ต้องให้เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบทางกราฟิก

หากจะต้องมีเนื้อหาที่เสนอเป็นข้อความหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะข้อเขียนเหล่านั้นจะเบียดเสียดทำให้อ่านยาก จะทำให้ผู้เรียนต้องพยายามอ่านอาจรู้สึกเบื่อที่ต้องอ่านนานๆ ด้วย

ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ควรใช้ภาพหนึ่งประกอบการเสนอเนื้อหาเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
- พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น
- ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์หรือภาพเปรียบเทียบในส่วนเนื้อหาที่ควรจะมี
- ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน จะต้องเน้นให้ชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนข้อความสำคัญ ซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การใช้ลูกศร การใช้สี หรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น ดูที่ด้านล่างของภาพ
- จัดรูปแบบของคำอ่านให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
- การกำหนดส่วนของปฏิสัมพันธ์ จะต้องกำหนดให้สามารถกระทำได้หลายรูปแบบ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่น แทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว

2.3 กำหนดแนวทางการเรียนที่เหมาะสม (Providing Learning Guidance) ในการเรียนรู้ หากมีการจัดระบบการเรียนรู้เนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมจะทำให้การเรียนรู้ที่กระชับ (Meaningful Learning) และทำให้สามารถวิเคราะห์ผลรวมที่จะทำการตีความในเนื้อหาใหม่ บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่โดยทั่วไปผู้เรียนจะไม่ทราบ รวมทั้งอาจจะไม่ชำนาญในแนวทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพก็ได้ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องพยายามหาเทคนิคในการที่จะชี้แนะ กำกับ และกระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ในแนวทางที่เหมาะสมต่อไป แนะนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิธีการที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระชับด้วย เทคนิคของการดำเนินเนื้อหาเรื่องของบทเรียน การใช้ภาพเปรียบเทียบ การใช้ตัวอย่าง จะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจแนวคิดต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

Guided Discovery หรือการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผลค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการชี้นำการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ แล้วค่อยๆ แคบลง หรือการใช้คำถามตะล่อมถาม จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง เป็นต้น

ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ต้องชี้แนะให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหา และช่วยให้เห็นว่าเนื้อหานั้นมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่อย่างไร
- ให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบายแนวคิด (Concept) ใหม่ ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของเครื่องกลึงหลาย ๆ ชนิด หลาย ๆ ขนาด
- ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น ให้ดูภาพเครื่องกัด ภาพของเครื่องเจียร และบอกว่าเครื่องเหล่านี้ ไม่ใช่เครื่องกลึง เป็นต้น
- ในการนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม
- จะต้องออกแบบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้เดิม และประสบการณ์เดิมด้วย

3. การเสริมความเข้าใจในบทเรียน (Reinforcement) ในการศึกษาเนื้อหาบทเรียนตามขั้นตอนในการนำเสนอ อาจจะสร้างความเข้าใจในเนื้อหาได้ระดับหนึ่ง ซึ่งอาจจะยังไม่ชัดเจนสมบูรณ์ ดังนั้นการจัดให้มีกิจกรรมเสริมความเข้าใจเพิ่มขึ้น จะเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กระบวนการเสริมความเข้าใจบทเรียนสามารถดำเนินการได้ ดังนี้

3.1 กระตุ้นให้เกิดการตอบสนอง (Eliciting Performance) ประสิทธิภาพการเรียนรู้จะมากหรือน้อยเพียงใด เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้หากผู้เรียนได้มีโอกาสดำเนินการเรียนรู้อย่างถูกต้อง ได้ร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การตอบสนองต่อการถามคำถามการโต้ตอบในด้านกิจกรรมอื่นๆที่จำเป็นและเหมาะสม เช่น การทำการทดลอง การทำแบบฝึกหัด หรือการแสดงออกอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้ดีกว่าผู้ที่เรียนโดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่นๆ มาก ทำให้การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Interactive) ได้ ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม และการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย และเมื่อมีส่วนร่วมคิดหรือติดตาม ซึ่งทำให้เกิดความผูกประสาณให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น อุปกรณ์อื่นๆ ที่จัดเป็นการสอนแบบ Non-interactive เช่น วิทยุทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่นๆ เป็นต้น

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ออกแบบให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง
- ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ เพื่อสร้างความสนใจแต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป

- ควรมีกระบวนการเฝ้าความคิดและจินตนาการ จากการตะล่อมด้วยคำถาม
- หลีกเลียงถามและการตอบสนองซ้ำ ๆ หลายครั้งคำถามแต่ละครั้ง เมื่อทำผิดสักครั้ง สองครั้ง ควรจะให้ Feedback แล้วเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป
- ในการตอบสนองจากผู้เรียน ควรไม่ให้ความผิดพลาด แต่หากเป็นส่วนเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 หรือ Space ในการพิมพ์ อาจเกินไปหรือขาดหายบางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ หรือตัว พิมพ์เล็ก ก็อาจใช้วิธีการเตือนให้แก้ไขได้
- จะต้องแสดงให้เห็นการตอบสนองของผู้เรียนบนกรอบเดียวกับคำถามและการตรวจปรับ คำตอบจะต้องอยู่บนกรอบเดียวกันด้วย ซึ่งอาจจะเป็นกรอบซ้อนขึ้นมาในกรอบหลักเดิมก็ได้

3.2 การประเมินความเข้าใจในการเรียนรู้ (Assessing Performance) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การตรวจสอบระดับความรู้ใหม่ที่เรียนเพื่อผลทางการเสริมการให้ความรู้ใหม่เพิ่มหรือซ้ำ ทำการเรียนรู้จากบทเรียนสำเร็จรูปได้ผลสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือจัดทำกิจกรรมใด ๆ ที่เหมาะสมและสัมพันธ์กับเนื้อหา จะมีผลทำให้เกิดการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วยการประเมินผลการเรียนหรือกระทำกิจกรรมควรครอบคลุมและเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วนอาจจำแนกแบบประเมิน (ทดสอบ) หรือกิจกรรมออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา ซึ่งขึ้นอยู่กับกรอบแบบเรียนว่าจะต้องการแบบใดการประเมินหรือกิจกรรมเหล่านี้ จะต้องย้อนกลับด้วยการเฉลยให้ผู้เรียนได้รู้ระดับการเรียนรู้ของตนเองด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- สิ่งที่ต้องการประเมินและกิจกรรมนั้น ต้องตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- การย้อนกลับ (Feedback) จะเป็นสิ่งที่ถูกต้องและเสริมความเข้าใจมากขึ้นและต้องอยู่บนกรอบเดียวกัน และแสดงตัวได้ตอบสนองเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
- ไม่ควรให้ผู้เรียน จะต้องพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกจากจะทำให้เสียเวลาแล้ว ผู้เรียนอาจจะเกิดความเบื่อหน่าย
- ให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งในแต่ละคำถามและจะต้องมีคำเฉลยที่ถูกต้องแสดงให้ดูด้วย
- จะต้องกำกับการโต้ตอบให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน เช่น ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น

3.3 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน IMMCAI สามารถที่จะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้นและท้าทายผู้เรียนได้ดี เมื่อมีการย้อนผลกลับ (Feedback) โดยการบอกเป้าหมายที่จะเรียนให้ชัดเจน และให้ตำแหน่ง ณ ที่เรียนขณะนั้น ผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมาย ทำให้ผู้เรียนไม่เรียนรู้ในความมืด ผู้เรียนจะทราบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

อย่างโปร่งใสชัดเจน การย้อนกลับที่เป็นรูปภาพจะช่วยเพิ่มความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนด้วยแล้ว หรือด้วยการเขียนคำตอบต่างๆ รวมทั้งเป็นกราฟก็เป็นการเหมาะสมดี

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ให้ผลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนได้ตอบ
- จะต้องทำให้ผู้เรียนทราบว่าถูกหรือผิด โดยแสดงผลย้อนกลับบนกรอบเดิม
- ถ้าใช้ภาพย้อนกลับ จะต้องเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาด้วย ถ้าหากภาพที่เกี่ยวข้องตรงๆ ไม่ได้ก็อาจใช้ภาพใกล้เคียงได้
- อาจใช้ภาพกราฟิกในการย้อนกลับ แต่ควรให้เหมาะสมและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาด้วย ถ้าหากหาภาพที่เกี่ยวข้องตรงๆ ไม่ได้ ก็อาจใช้ภาพใกล้เคียงได้
- สามารถใช้เสียงสำหรับการย้อนผลกลับได้ แต่คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ผิดควรใช้เสียงที่แตกต่างกัน
- ถ้าเป็นคำถามหรือโจทย์ที่มีตัวเลือกควรเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนทำผิด 2 – 3 ครั้ง (เฉพาะในส่วนที่เป็น Reinforcement เท่านั้น)
- สามารถใช้คะแนน หรือภาพเพื่อบอกความใกล้ – ไกล จากเป้าหมายก็ได้
- ในการนำเสนอลำดับข้อในการเสริมความเข้าใจ จะต้องใช้การสุ่มย้อนกลับเพื่อสร้างความสนใจ
- ความสนใจและไม่สามารถจำได้ หากจะต้องทำซ้ำ

4. การสรุปบทเรียน (Re-view)

4.1 การเสริมการจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer) ในการออกแบบการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นสุดท้ายข้อเสนอแนะของ กาเย่ (Gagne') จะให้เป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักซ้อมปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้ออกแบบการสอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมกิจกรรมเหล่านี้ จะทำให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนการจำจากความจำชั่วคราว เป็นความจำระยะยาวได้และจะสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้อื่นได้ด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

- ให้สรุปให้ชัดเจนว่าความรู้ใหม่ มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร
- ทำการทบทวนหลักการหรือแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการจัดหมวดหมู่ให้เหมาะสม

- ชี้นำเสนอแนะการนำความรู้ใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
- เสนอแนะแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้าศึกษาต่อไปให้ชัดเจน

5. การทดสอบบทเรียน (Test of Examination) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง ซึ่งใช้สำหรับศึกษาด้วยตนเองโดยเฉพาะบทเรียน IMMCAI นี้ สามารถใช้สอนแทนผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนที่กำลังเรียนบทเรียน IMMCAI จะเสมือนกำลังถูกสอนโดยผู้สอนซึ่งเป็นสภาพการสอนเสมือนจริง (Virtual Instruction) เมื่อเรียนแล้วทำการสอนคอมพิวเตอร์ก็สามารถตรวจความถูกต้องของการตอบและประเมินผลออกมาได้ โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องไปตรวจคำตอบเองการทดสอบความรู้ใหม่ในช่วงท้ายของบทเรียนที่เรียกว่า Post-test เป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะการทดสอบดังกล่าว อาจเป็นการทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด เพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่ การทดสอบนี้จะย้อนผลกลับเฉพาะระดับผลการสอบเท่านั้น จะไม่เฉลยคำตอบและจะไม่ให้ตอบหลายครั้งด้วย

ในการออกแบบจะต้องพิจารณาประเด็นต่างๆ ดังนี้

- ต้องแน่ใจสิ่งที่ต้องการวัดนั้น ตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- ต้องตรวจสอบพฤติกรรมตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนไว้
- ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม โดยไม่แสดงความถูกต้องในขณะที่ทำข้อสอบ
- คำนึงถึงความเป็นมาตรฐานของข้อสอบ ต้องแม่นยำและเชื่อถือได้
- อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบบ้าง
- หากการตอบจะเป็นการพิมพ์คำ ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาด หรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

2.2.4 การสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป้าหมายของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนด้วยการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนด้วยตนเองได้ ดังนั้นบทเรียนที่พัฒนาขึ้น จะต้องมีความสมบูรณ์เพื่อตอบสนองในด้านความแตกต่างของแต่ละบุคคลแล้ว และเมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้วสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินผลการเรียนรู้ของตัวเองได้ ซึ่งในกระบวนการเรียนการสอนสามารถจำแนกออกเป็น 6 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ ขั้นตอนก่อนเรียน จะสังเกตว่าในกระบวนการเรียนการสอนมีการทดสอบอยู่ 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนนั้น คือ แบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.4.1 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท [13] ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้เอง (Teacher-Made Test) เป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนได้จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความก้าวหน้าของนักเรียน หลังจากที่ได้มีการเรียนการสอนไประยะหนึ่งแล้ว โดยปกติแบบทดสอบประเภทนี้จะใช้เฉพาะภายในกลุ่มนักเรียนที่ครูผู้ออกข้อสอบเป็นผู้สอน จุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้ ความสามารถตามจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้มากเพียงใด และจะนำผลการสอบไปใช้ทั้งปรับปรุงซ่อมเสริมการเรียนการสอน กับนำไปใช้ตัดสินผลการเรียนของนักเรียนด้วย

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้เอง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพการเรียนด้านต่างๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีการกำหนดมาตรฐานในการดำเนินการสอนให้เป็นอย่างเดียวกัน และมีเกณฑ์สำหรับเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียน (Norm)

บุญชม ศรีสะอาด [20] ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่างๆ อาจจำแนกออกได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่า ผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อน ได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานะภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

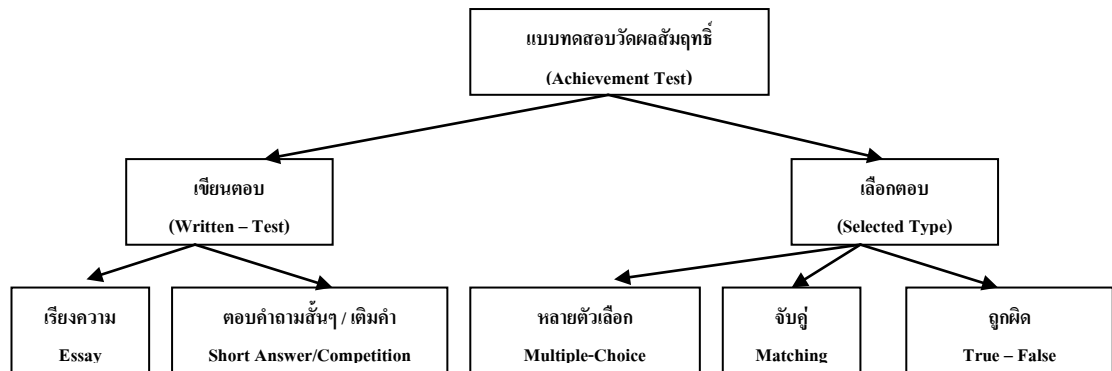
2.2.4.2 หลักการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุมาลี จันทรชลอ [23] ได้แบ่งประเภทของข้อสอบสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่

1. แบบทดสอบชนิดให้เขียนตอบ ได้แก่ แบบทดสอบชนิดความเรียง (Essay Type) และแบบทดสอบชนิดให้ตอบคำถามสั้นๆ หรือให้เติมคำตอบ

2. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Selected Type) แบ่งเป็น แบบทดสอบชนิดจับคู่ (Matching) ถูก-ผิด (True-False) และชนิดหลายตัวเลือก (Multiple Choice)

นอกจากนี้ สุมาลี จันทรชลอ [23] ยังได้กล่าวถึงหลักในการเขียนข้อสอบไว้ว่า ไม่ว่าจะเป็นข้อสอบประเภทใดก็ตาม หลักในการเขียนข้อสอบควรคำนึงถึงหลักสำคัญต่อไปนี้



รูปที่ 2.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ [23]

1. ถามให้ครอบคลุมเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปครูมักใช้ผลจากการสอบวัดเป็นเกณฑ์สำคัญในการสรุปความรู้ความสามารถของผู้เรียน การถามเพียงส่วนหนึ่งส่วนใดอาจขาดความตรง และไม่ยุติธรรมสำหรับผู้สอบบางคน ซึ่งอาจพลาดหรือบกพร่อง ในส่วนที่ถูกนำมาถามนั้น ดังนั้นจึงควรถามให้ครอบคลุมเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์

2. ถามในสิ่งที่สำคัญ การถามในสิ่งที่สำคัญ หมายถึง การถามสิ่งที่เป็นประโยชน์ สิ่ง que ผู้สอบควรรู้สิ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถของผู้เรียน ดังนั้น การสอบวัด จึงควรวัดจากจุดประสงค์ การเรียนการสอนที่สำคัญ ไม่ควรถามรายละเอียดนอกจากจะมีจุดประสงค์ เพื่อวัดความรู้ในรายละเอียดนั้นๆ ในบางตอน

3. ถามให้ลึก การถามให้ลึกเป็นการถาม เพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับสูงกว่าความจำ จึงไม่ควรถามคำถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอนตรงๆ หรือถามจากเรื่องที่กำหนดตรงๆ แต่ปรับสถานการณ์ ปรับเงื่อนไข ให้อธิบายใหม่ หรือต้องเชื่อมโยงรายละเอียดของแต่ละส่วนมาสัมพันธ์กัน จึงจะสามารถให้คำตอบได้

4. ถามโดยให้ตัวอย่าง การถามโดยให้ตัวอย่าง ซึ่งเป็นแบบอย่างที่ดีคำถามจากแบบทดสอบมักเป็นสิ่งที่ผู้เรียนจำได้ดี ดังนั้น การตั้งคำถามควรให้แบบอย่างที่ดี

5. ถามให้ชัดเจนและจำเพาะเจาะจง การเขียนข้อสอบที่ดีคำถามต้องมีความชัดเจนว่าต้องการให้ตอบอะไร มีขอบข่ายแค่ไหน คำถามจึงต้องมีความจำเพาะเจาะจง ไม่คลุมเครือ หลีกเลี่ยงคำถามสองแง่สองมุม

1. การเขียนข้อสอบเลือกตอบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้ ถือเป็นข้อสอบที่นิยมใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนิยมใช้สร้างเป็นข้อสอบมาตรฐาน (Standardized Test) ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำถามและส่วนตัวเลือก ซึ่งส่วนที่เป็นตัวเลือกนั้นจะแบ่งเป็นตัวเลือกที่ถูก ซึ่งจะมีเพียงข้อเดียวเท่านั้น และตัวเลือกที่เป็นลวงซึ่งอาจจะมีหลายข้อ หลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก มีดังนี้

1.1 การเขียนคำถามจะต้องเป็นประโยคที่สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย ในแต่ละคำถามให้มีคำถามเพียงคำถามเดียว ควรเขียนคำถามในลักษณะบอกเล่าไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธ โดยเฉพาะประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ เพราะจะทำให้ผู้สอบสับสน หรือหากมีความจำเป็น ควรขีดเส้นใต้ให้ชัดเจน

1.2 นำคำตอบที่ต้องพุดซ้ำกันทุกข้อของตัวเลือกมากล่าวเพียงครั้งเดียวในข้อคำถาม

1.3 คำถามในข้ออื่นๆ ไม่ควรใช้ถ้อยคำหรือเป็นคำถาม ที่เป็นการชี้แนะคำตอบในข้อต่อไป

2. การเขียนข้อสอบแบบถูก – ผิด (True-False) ข้อสอบชนิดนี้อาจเรียกว่าเป็นข้อสอบชนิด 2 ตัวเลือก ที่มีตัวเลือกหนึ่งถูกและอีกตัวเลือกหนึ่งผิด ข้อสอบชนิดนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนในชั้นเล็กๆ ซึ่งใช้วัดความเข้าใจ ความคิดรวบยอดในลักษณะถูกผิดมากกว่าการประเมินความคิดรวบยอดเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการเขียนข้อสอบแบบถูกผิดมีดังนี้

2.1 ไม่ควรใช้คำ / ข้อความที่คลุมเครือ ไม่ใช่คำถามที่หลอกล่อให้ผู้สอบเข้าใจผิด ไม่ควรใช้คำปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

2.2 คำถามจะต้องเป็นข้อความที่ถูกหรือผิดจริงๆ ไม่ใช่ส่วนหนึ่งถูก ส่วนหนึ่งผิด แต่ต้องถูกทั้งหมด หรือผิดทั้งหมด

2.3 หลีกเลี่ยงการใช้คำต่อไปนี้ในประโยค ได้แก่ ทั้งหมด เสมอๆ ไม่เคย จำนวนมากบ้าง บางครั้ง บ่อยๆ โดยทั่วไป อาจจะ เป็นต้น เพราะผู้สอบที่มีความรู้สูงอาจเรียนรูว่าการขยายคำดังกล่าว จะช่วยให้ข้อความเป็นจริงหรือเท็จ ซึ่งไม่ใช่ความรู้ที่แท้จริง

2.4 ควรใช้ข้อสอบแบบถูกผิดนี้ เป็นส่วนประกอบในบางประเด็น ไม่ควรใช้เป็นแบบทดสอบหลัก

3. การเขียนข้อสอบแบบจับคู่ (Matching) ข้อสอบชนิดนี้เหมาะสำหรับการวัดความรู้เกี่ยวกับคำจำกัดความ เหตุการณ์ และตัวอย่างของความคิดรวบยอดที่มีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน และเหมาะที่จะใช้วัดเรื่องเกี่ยวกับบุคคล (ใคร) การกระทำของบุคคล (ทำอะไร) เหตุการณ์สำคัญๆ (เมื่อไร) และสถานที่หลักการเขียนข้อความแบบจับคู่มี ดังนี้

3.1 ถ้าเป็นไปได้ ควรให้มีรายการของคำตอบเป็นคำเดียวหรือวลีสั้นๆ ไว้ทางขวามือ ส่วนคำถามจะเป็นข้อความอธิบายที่ยาวกว่า ไว้ทางซ้ายมือ จะทำให้อ่านง่ายกว่า

3.2 คำถามจับคู่แต่ละข้อ ควรมีความสอดคล้องกัน และจำนวนข้อคำถาม ควรอยู่ระหว่าง 5-12 ข้อ

3.3 จำนวนข้อของคำถามกับจำนวนรายการคำตอบไม่ควรเท่ากัน และควรให้มีจำนวนรายการคำตอบมีจำนวนมากกว่าข้อความ

4. การเขียนข้อสอบแบบเขียนตอบสั้นๆ (Short Answer) ข้อสอบชนิดนี้เป็นแบบปรนัย ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะถามโดยตรง โดยใช้คำวลี ปัญหาเฉพาะข้อความหรือคำถามที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งผู้สอบต้องเขียนคำตอบเอง โดยไม่มีรายการคำตอบได้ รูปแบบคำตอบสั้นๆ โดยปกติ อาจใช้คำตอบเป็นจำนวนตัวเลข คำ หรือวลีเพียงสิ่งเดียว หลักการเขียนข้อสอบแบบตอบสั้นๆ มีดังนี้

4.1 เขียนประโยคคำถามให้ชัดเจน และเป็นคำถามที่สามารถตอบได้ด้วยคำตอบสั้นๆ

4.2 หลีกเลี่ยงการถามถ้อยคำจากตำราแบบคำต่อคำ และเติมคำหลายแห่งในข้อเดียวกัน

4.3 ถ้าเป็นข้อความที่เป็นการคำนวณ จะต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าต้องการทศนิยมกี่ตำแหน่ง

4.4 การเว้นช่องว่าง สำหรับการตอบนั้นจะต้องเพียงพอ แต่ควรระวังเกี่ยวกับการเว้นที่ว่าง จะเป็นการแนะคำตอบได้

5. การเขียนข้อสอบแบบความเรียง (Essay) ข้อสอบชนิดนี้ เป็นข้อสอบที่สามารถให้ผู้สอบมีอิสระในการตอบ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์เรื่องราว จัดระบบความคิดของตนเองได้ ซึ่งถือเป็นข้อสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่ซับซ้อน แต่ละการประเมินผลจะทำได้ยากกว่าแบบอื่นๆ หลักการเขียนข้อสอบแบบความเรียง มีดังนี้

5.1 ใช้เมื่อต้องการวัดผลการเรียนรู้ที่ซับซ้อนเท่านั้น

5.2 ก่อนเขียนคำถามผู้ออกข้อสอบต้องชัดเจนว่าต้องการให้ผู้สอบตอบอะไร และเขียนคำถามให้ตรงจุดประสงค์ที่จะวัด

5.3 คำถามต้องแสดงถึงงานที่จะให้ผู้สอบปฏิบัติได้ชัดเจน ไม่คลุมเครือ

2.2.4.3 ข้อควรพิจารณาการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุมาลี จันทรชลอ [23] ได้กล่าวว่าในการสร้างข้อสอบที่ดีต้องมีการวางแผนอย่างระมัดระวังในการสร้างต้องพิจารณาหัวข้อและจุดประสงค์ที่จะถูกวัด ต้องเหมาะสมกับคะแนนและเงื่อนไขสถานการณ์ที่จะปรากฏขึ้น การพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาควรพิจารณาแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. ข้อสอบควรใช้ประเมินจุดประสงค์ที่สำคัญในการสอน ที่สามารถสอบวัดได้โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน

2. ข้อสอบควรสะท้อนให้เห็นจุดประสงค์ที่เป็นเนื้อหา และจุดประสงค์ที่เป็นกระบวนการที่สำคัญที่เน้นในหลักสูตร

3. ข้อสอบควรสะท้อนให้เห็นถึงจุดประสงค์ในการวัด เช่น วัดประเมินผลความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือวัดเพื่อแยกแยะผู้ที่ได้เรียนรู้

4. ข้อสอบควรมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้อ่าน

2.2.4.4 ขั้นตอนการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การพัฒนาแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน [21] มีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดน้ำหนักวัดจุดประสงค์เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ เป็นการพิจารณาเนื้อหาแต่ละหน่วย และแยกแยะวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมในด้านใดและควรมีน้ำหนักเท่าไร โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประมาณ 5–9 ท่าน พิจารณาน้ำหนักในแต่ละเนื้อหาในตารางซึ่งมีการกำหนดรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างตารางกำหนดน้ำหนักของวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม					
	ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า
1. อธิบายความหมาย						
2. แจกแจงความสำคัญ						
3. บอกองค์ประกอบการออกแบบ						
4. ลำดับวิธีการออกแบบเพื่อการสอน						

2. การเขียนข้อสอบ ก่อนการเขียนข้อสอบ จะต้องทำการตัดสินใจก่อนว่าจะใช้คำถามรูปแบบใด และศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ จากนั้นจึงลงมือเขียนข้อสอบ ซึ่งการเขียนข้อสอบ คือ การดำเนินการเขียนแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้และเป็นไปตามหลักการเขียนแบบทดสอบดังที่กล่าวมาแล้ว และจำนวนของข้อสอบที่เขียนนั้น ต้องเขียนเพื่อไว้อีกประมาณ 2 เท่า ของจำนวนที่วิเคราะห์ได้ เพื่อสำรองในข้อที่ใช้ไม่ได้ จากนั้นจะต้องทำการตรวจทานโดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชาการ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจน เข้าใจง่ายหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3. การตรวจวัดค่า IOC หรือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่จะวัด

ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากของแบบทดสอบ ในขั้นนี้จะให้คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาพิจารณาว่า ข้อทดสอบแต่ละข้อนั้น สามารถวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์รายละเอียดหรือไม่ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ดัชนีความเที่ยงตรง (Index of Congruence) เช่น

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างตารางวิเคราะห์ดัชนีความเที่ยงตรงของข้อสอบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	รายละเอียดข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		+1	0	-1
สามารถบวกเลขไม่เกิน 2 หลักได้ถูกต้อง	36+20 มีค่าเท่าใด ก. 54 ข. 55 ค. 56 ง. 66			

จากตาราง คณะกรรมการจะพิจารณาว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ถ้าแน่ใจว่าตรงจะกาเครื่องหมายไปช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าไม่ตรงจะกาเครื่องหมายในช่อง -1 และถ้าไม่แน่ใจว่าตรงหรือไม่จะกาเครื่องหมายในช่อง 0

การพิจารณาค่า IOC นี้จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน จากค่า IOC ที่คำนวณได้นี้ แสดงว่าข้อสอบวัดไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. การทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความเป็นข้อสอบมาตรฐาน กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ [24] กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการพยายามที่จะตอบปัญหาว่าข้อสอบนี้ความยากปานใดและมีอำนาจจำแนกเพียงไร ซึ่งข้อสอบที่ดีนั้นจะต้องสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ คนเรียนเก่งควรได้คะแนนสูง คนเรียนอ่อนก็ควรได้คะแนนต่ำ แต่สำหรับการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) นั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) แล้วยังต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) เพื่อเป็นการยืนยันว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดสิ่งที่ต้องการได้จริง

4.1 การวิเคราะห์ความยากง่าย (Difficulty) การหาค่าความยากง่ายเป็นการหาสัดส่วน (Proportion) ระหว่างจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับจำนวนนักเรียนที่ตอบทั้งหมด ซึ่งการหาค่าความยากง่ายนี้จะต้องทำเป็นรายข้อ มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	หมายถึง	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
	R	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	หมายถึง	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

หากจำนวนข้อสอบมีมากกว่า 50 ข้อขึ้นไป อาจใช้วิธีการของเคลลี หรือ Kelly 27% โดยนำข้อสอบที่ตรวจแล้วมาเรียงลำดับจากผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดลงไปจนถึงคะแนนต่ำสุด แล้วทำการแบ่งออกเป็น 2 คือ กลุ่มสูง (Upper Group) จำนวน 27% และกลุ่มต่ำ (Lower Group) จำนวน 27% แล้วนำส่วนที่เหลือ 54% นำมาวิเคราะห์ มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$D = \frac{R_u + R_l}{N_u + N_l}$$

เมื่อ	D	หมายถึง	ค่าระดับความยากง่าย
	R_u	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_l	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_u	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	N_l	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

ข้อสอบที่ดีจะต้องเป็นข้อสอบที่ไม่ง่ายเกินไปหรือยากเกินไป ควรเลือกข้อสอบที่อยู่ระหว่างระดับค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยาก หรืออยู่ในช่วงระดับ 0.20 – 0.80 ซึ่งความหมายของระดับความยากง่ายมีดังนี้

0.85 – 1.00	แปลว่า	ง่ายมาก (ตัดทิ้ง)
0.61 – 0.84	แปลว่า	ค่อนข้างง่าย
0.41 – 0.60	แปลว่า	ปานกลาง
0.15 – 0.40	แปลว่า	ค่อนข้างยาก
0.00 – 0.14	แปลว่า	ยากมาก (ปรับปรุง หรือตัดทิ้ง)

4.2 การวิเคราะห์อำนาจจำแนก (Discrimination) ค่าอำนาจจำแนก เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ต้องวิเคราะห์ อำนาจจำแนก หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบที่ใช้แยกคนที่เรียนเก่ง เก่งปานกลาง อ่อน และอ่อนมาก ให้มีระดับคะแนนที่แตกต่างกัน สำหรับการหาค่าอำนาจจำแนก

ค่าเป็นการหาความแตกต่างระหว่างสัดส่วนของนักเรียนที่ถูกได้คะแนนในกลุ่มสูง และสัดส่วนของนักเรียนที่ทำถูกในกลุ่มต่ำ ข้อสอบที่ดีนั้นจะมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00 มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$D = \frac{R_U}{n_U} - \frac{R_L}{n_L}$$

เมื่อ	D	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	R_U	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_U	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	N_L	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

4.3 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) ความเชื่อมั่น (Reliability) คือ ความแน่นอนในผลของการวัด (Consistency) ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้ง ผลจะต้องเท่ากัน ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขเดียวกัน ความเชื่อมั่นเป็นเงื่อนไขสำคัญสำหรับข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ผลทางการศึกษา ซึ่งต้องพยายามให้ได้ค่าความเชื่อมั่นสูงสำหรับการวัดผล เพราะจะทำให้มีความเชื่อมั่นว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้จริง ความเชื่อมั่นของข้อสอบที่สมบูรณ์ที่สุด จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเป็น 1.00 ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น มีวิธีการอย่างน้อย 5 วิธี ได้แก่ การสอบซ้ำ (Test – Retest) การใช้วิธีทดสอบสมมูล (Equivalent Forms) การแบ่งครึ่ง (Splithalves Method) วิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) หรือการวิเคราะห์ สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน

ก. การหาความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการสอบซ้ำ (Test-Retes) มีสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการสอบซ้ำ
	$\sum X, \sum Y$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนจากการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มเดียวกันตามลำดับ

$\sum X^2, \sum Y^2$	หมายถึง	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ
$\sum XY$	หมายถึง	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของแต่ละคน
N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับนั้น

ข. การหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) มีสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[\frac{1 - \sum pq}{\sigma^2} \right]$$

เมื่อ	k	หมายถึง	จำนวนข้อสอบ
	p	หมายถึง	สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบถูกต้อง
	q	หมายถึง	สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อสอบผิด
	σ^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของคะแนนในแบบทดสอบ
	n	หมายถึง	จำนวนนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับนั้น

4.4 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรงของข้อสอบ คือ คุณลักษณะของข้อสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ เช่น การวัดระดับสติปัญญา โดยทั่วไปผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลทางการศึกษาและจิตวิทยา ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่ามี 4 ประเภท คือ

ก. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่ขึ้นอยู่กับว่าข้อสอบนั้นได้ออกคลุมเนื้อหาตามที่กำหนดไว้เพียงไร

ข. ความเที่ยงตรงตามสถานะ (Concurrent Validity) ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของข้อทดสอบนั้นกับข้อทดสอบที่เป็นเกณฑ์ เพื่อให้ทราบว่า ข้อสอบนี้วัดสิ่งที่ต้องการได้เที่ยงตรงหรือไม่

ค. ความเที่ยงตรงในการพยากรณ์ (Predictive Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อสอบที่จัดได้ตามเกณฑ์ที่ระบุผลหรือแนวโน้มในอนาคต เช่น ข้อสอบวัดนักเรียนมัธยมเพื่อพยากรณ์โอกาสที่จะเรียนจบระดับอุดมศึกษา

ง. ความเที่ยงตรงในการสร้าง (Construction Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่ขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์หรือคุณลักษณะทางจิตวิทยาที่ระบุไว้แล้วกำหนดหลักเกณฑ์ในการวัดเอาไว้แล้ว ข้อสอบที่เราสร้างขึ้นก็สร้างขึ้นตามหลักเกณฑ์ที่ระบุไว้จึง เรียกว่า ความเที่ยงตรงในการสร้างของข้อทดสอบ

2.2.5 การเลือกและการใช้ซอฟต์แวร์ในการจัดการบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

การเลือกซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการบทเรียนบนคอมพิวเตอร์นั้น ผู้พัฒนาจำเป็นต้องรู้จักเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้งานที่ตรงกับความต้องการด้วยความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ซึ่งประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการเลือกและการใช้ซอฟต์แวร์ในการจัดการบทเรียน [25] ไว้ดังนี้

2.2.5.1 ประเภทของโปรแกรมที่ใช้ในการผลิตบทเรียน

ประเภทของโปรแกรมที่ใช้ในการผลิตบทเรียนไว้ 2 ประเภท คือ

1. โปรแกรมที่ใช้นำเสนอบทเรียน (Courseware) แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1.1 โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสำเร็จรูป หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง โปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาสำหรับให้ความสะดวกในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะเป็นโปรแกรมที่เรียนรู้ได้ง่าย แต่จะไม่เหมาะกับงานที่ซับซ้อน และมีราคาแพง ได้แก่ โปรแกรม Macromedia Authorware, Multimedia Tool Book สำหรับเครื่องพีซี และโปรแกรม Hyper Card, Super Card สำหรับเครื่องแมคอินทอช

1.2 โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป สามารถสร้างงานที่ซับซ้อนได้ดีกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป และโปรแกรมที่ได้จะทำได้รวดเร็วกว่า แต่การใช้งานจะยาก ผู้ใช้ต้องมีความชำนาญด้านการเขียนโปรแกรมมาก เช่น ภาษาวิชวลเบสิก ภาษาซี ภาษาแอสเซมบลี ภาษาปาสคาล เป็นต้น

2. โปรแกรมที่ใช้สำหรับผลิตงานมัลติมีเดีย ได้แก่

2.1 โปรแกรมผลิตงานกราฟิกภาพนิ่ง เพื่อช่วยเพิ่มสีสันของบทเรียนให้น่าสนใจ เช่น โปรแกรม Corel Draw, Adobe Illustrator, Macromedia Freehand, Adobe Photoshop และ Paint Show Pro เป็นต้น

2.2 โปรแกรมผลิตงานกราฟิกเคลื่อนไหว 2 มิติ และ 3 มิติ เพื่อจำลองรูปร่างรูปทรงสาธิตให้เห็นขั้นตอนหรือวิธีการทำงาน หรือลูกเล่นอื่นๆ เช่น โปรแกรม Macromedia Flash, Animator, 3D Studio Max, 3D Cool และ Flying Font เป็นต้น

2.3 โปรแกรมผลิตงานวิดีโอ ใช้ภาพวิดีโอในการนำเสนอกระบวนการทำงาน การสาธิตทักษะเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ได้แก่ โปรแกรมแปลงสัญญาณภาพเป็นสัญญาณดิจิทัล โปรแกรมตัดต่อ ตกแต่งภาพเคลื่อนไหว เช่น โปรแกรม Adobe Premiere, Adobe After Effect นอกจากนั้นยังมีการแปลงขนาดไฟล์เพื่อให้มีขนาดเล็กลง เช่น โปรแกรม Exing Mpeg Encoder ที่แปลงไฟล์ .AVI เป็น .MPEG เป็นต้น

2.4 โปรแกรมผลิตงานเสียง สำหรับผลิตงานเสียง โปรแกรมแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณดิจิทัล เช่น โปรแกรม Sound Recorder โปรแกรมตัดต่อและตกแต่งไฟล์เสียง เช่น Sound Forge เป็นต้น

2.2.5.2 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้โปรแกรมนำเสนอบทเรียน

การพิจารณาเลือกใช้โปรแกรมนำเสนอบทเรียนนั้น ควรจะเริ่มจากการถามตัวผู้ผลิตเองว่าอยากจะสร้างงานลักษณะใด หากบทเรียนมีการออกแบบไว้มีความซับซ้อนมาก อาจจะต้องพิจารณาเลือกใช้โปรแกรมภาษา แต่หากบทเรียนที่ออกแบบไว้ไม่ซับซ้อนมาก อาจจะใช้โปรแกรมชนิดอื่นก็ได้ บทเรียน ซึ่งโปรแกรมแต่ละตัวมีคุณลักษณะเด่นและด้อยอย่างไร และสำหรับข้อพิจารณาในการเลือกใช้โปรแกรมพัฒนาบทเรียน มีดังนี้

1. ง่ายต่อการใช้งาน โปรแกรมที่ดีควรมีการออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งานมีแถบรายการ (Menu Bar) หรือมีการใช้สัญลักษณ์แทนคำสั่งหรือมีหน้ารายการช่วยเหลือ (Help Menu) ช่วยแนะนำการใช้รวมทั้งการใช้คำสั่งต่าง ๆ ในการเขียนโปรแกรม เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม
2. มีลักษณะและรูปแบบที่เอื้อต่อการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ สามารถเขียนโปรแกรมให้สอดคล้องกับวิธีการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ เช่น สามารถเขียนโปรแกรมให้ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง การเชื่อมโยงเนื้อหา (Link) จากหน่วยหนึ่งไปอีกหน่วยหนึ่งได้รวมทั้งการสร้างการจัดการเกี่ยวกับแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด
3. มีความสามารถในการใช้งานมัลติมีเดีย สามารถนำอักษร ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ และเสียงมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้กับไฟล์ที่มีขนาดเล็กได้ เช่น ถ้าต้องการนำภาพวิดีโอมาใช้ก็ควรใช้ไฟล์ MPEG ได้
4. มีความสามารถในการใช้ปฏิสัมพันธ์ หรือการโต้ตอบกับผู้ใช้โปรแกรมที่ดีควรมีลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลายรูปแบบ เช่น ปฏิสัมพันธ์ทางเมาส์ ปฏิสัมพันธ์ผ่านแป้นพิมพ์ หรือการสัมผัสหน้าจอ เป็นต้น
5. ความสามารถอื่นๆ เช่น
 - สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่นได้
 - ความสามารถในการพัฒนาบทเรียนลงเว็บ (Web) ให้ทำงานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
 - สามารถเก็บบันทึกข้อมูลการทำงานของผู้ใช้ โดยสามารถเก็บในเครือข่ายหรือในเครื่องที่ใช้โดยอาจจะเป็นในรูปอักษรหรือฐานข้อมูล (Data Base)
 - สามารถค้นหาข้อความที่อยู่ภายในโปรแกรม
 - เมื่อเขียนโปรแกรมแล้วได้ขนาดของไฟล์ไม่ใหญ่จนเกินไป
 - เวลาในการเรียกใช้สื่อมัลติมีเดีย ไม่ควรจะใช้เวลานานเกินไป
 - ราคาเป็นสิ่งสำคัญในการเลือกซื้อ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยของผู้ซื้อ

2.2.5.3 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้โปรแกรมผลิตงานมัลติมีเดีย

การใช้โปรแกรมสำหรับผลิตงานมัลติมีเดีย มีสิ่งที่ต้องพิจารณา ดังนี้

1. ความง่ายในการใช้งาน โปรแกรมที่ใช้งานง่ายจะทำให้ประหยัดเวลา โปรแกรมที่ดีจะต้องมีคู่มือการใช้งานที่ชัดเจน มีรายการหรือคำสั่งที่ใช้งานง่าย สามารถสร้างงานด้วยคำสั่งที่ไม่ยากเกินไป
2. มีคำสั่งในการใช้งานที่เหมาะสมกับงานและสะดวกในการใช้โปรแกรมที่ดีต้องมีคำสั่งในการใช้งานที่เหมาะสมกับชนิดของงานที่เราจะทำ และที่สำคัญคำสั่งนั้นจะต้องใช้งานสะดวก
3. ความสามารถในการใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆ ในการทำงานมัลติมีเดีย นั้น จำเป็นจะต้องใช้งานโปรแกรมในหลายๆ โปรแกรม ดังนั้น ความสามารถในการทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่นหรือใช้ข้อมูลร่วมกันจึงมีความจำเป็น
4. ความสามารถในการนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ได้กว้างขวางเพียงใดรองรับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นใดบ้าง
5. ความสามารถอื่นๆ เช่น
 - เมื่อเขียนโปรแกรมแล้ว ได้ขนาดของไฟล์งานที่ไม่ใหญ่จนเกินไป
 - เวลาที่ใช้ในการเรียกใช้สื่อมัลติมีเดีย ไม่ควรจะใช้เวลามากเกินไป
 - ราคาขึ้นอยู่กับปัจจัยของผู้ซื้อ
 - สามารถเรียกใช้ไฟล์ได้หลากหลายชนิดตามลักษณะของโปรแกรม เช่น โปรแกรมตกแต่งภาพก็ควรเรียกใช้ไฟล์กราฟิกได้หลายชนิด และลักษณะของไฟล์ที่สร้างจากโปรแกรมนั้นสามารถเรียกใช้กับโปรแกรมอื่นๆ ได้

2.3 ทฤษฎีการหาคุณภาพและประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในกระบวนการวิจัยเชิงพัฒนาสื่อการศึกษาที่ถูกต้องนั้น การประเมินผลบทเรียนนับเป็นขั้นตอนที่ขาดไม่ได้ โดยประเด็นที่นำมาใช้เพื่อพิจารณาหาคุณภาพและประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ [26] ดังต่อไปนี้

2.3.1 การตรวจสอบคุณภาพบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การตรวจสอบคุณภาพบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อตรวจสอบบทเรียนที่สร้างเสร็จแล้ว โดยเน้นการตรวจสอบ Package หรือตัวบทเรียน ได้แก่ ตรวจสอบคุณภาพของสื่อ การนำเสนอหน้าจอ ความสมบูรณ์ในด้านการเชื่อมโยงเนื้อหาหรือเทคนิคต่างๆ เช่น ลักษณะปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน เป็นต้น ซึ่งในการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ การตรวจสอบคุณภาพทางด้านเนื้อหา และการตรวจสอบคุณภาพด้านสื่อซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1.1 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านเนื้อหา

การตรวจสอบคุณภาพบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ทางด้านเนื้อหา จะทำการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์การตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เกณฑ์ตรวจสอบเนื้อหา

1.1 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอเนอบนหน้าจอ

- การนำเสนอเนื้อหาสาระบนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- มีวิธีการลำดับการนำเสนอเนื้อหาสาระบนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียนรู้

1.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอ

- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อกราฟิก
- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพ
- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพเคลื่อนไหว
- ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์

1.3 ความถูกต้องของวิธีการปรากฏสื่อ

- วิธีการปรากฏสื่อกราฟิกบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- วิธีการปรากฏภาพบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- วิธีการนำเสนอสื่อเสียงบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- วิธีการปรากฏสื่อภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
- วิธีการปรากฏสื่อวีดิทัศน์บนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม

2. เกณฑ์ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์

2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ
- มีการให้ผลป้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- มีการให้ผลป้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
- วิธีการนำเสนอการป้อนกลับสร้างการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหรือสร้างความเข้าใจมากขึ้น
- วิธีการให้ผลป้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน

2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
- มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน

3. เกณฑ์ตรวจสอบโครงสร้างบทเรียน

- โครงสร้างของบทเรียนเป็นไปตามที่ออกแบบไว้
- วิธีการเข้าถึงเนื้อหาและสะดวก
- การเชื่อมโยงเนื้อหาเหมาะสม เข้าใจง่าย
- ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยง และการเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียน
- การออกจากโปรแกรมสะดวก

2.3.1.2 การตรวจสอบคุณภาพด้านสื่อ

จากการออกแบบมัลติมีเดีย (Multimedia Design) ที่ใช้ในบทเรียนจะต้องรับการตรวจสอบคุณภาพบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ด้านสื่อ ซึ่งจะทำการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์การตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เกณฑ์พิจารณาการนำเสนอมัลติมีเดีย

1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ

- องค์ประกอบในการจัดแบ่งหน้าจอ ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนเสนอเนื้อหาและส่วนควบคุมหน้าจอ

- องค์ประกอบในการจัดวางตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอ เช่น ตัวอักษร ภาพ เป็นต้น

1.2 พื้นหลัง (Background)

- สีของพื้นหลังเหมาะสมไม่รบกวนการมองหรือการอ่านเนื้อหาสาระ
- สีของพื้นหลังเหมาะสมไม่ทำลายสายตา
- พื้นหลังเหมาะสมกับกราฟิก ภาพประกอบ แอนิเมชัน และวีดิทัศน์
- สีของพื้นหลังเหมาะสมกับเนื้อหาที่นำเสนอ

1.3 ตัวอักษร

- ขนาดของหัวข้อแต่ละระดับเหมาะสม
- รูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่นำเสนอเนื้อหาสาระ
- สีสีนเหมาะสม
- การอ่านง่ายเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย
- การพิมพ์อักขระถูกต้อง

1.4 ปุ่มต่างๆ

- ขนาดของปุ่มมีความเหมาะสม
- ตำแหน่งที่วางปุ่มมีความเหมาะสม
- ความคงที่ของปุ่ม (ไม่เปลี่ยนตำแหน่งจนสับสน)
- การสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจ ใช้ง่าย

1.5 การเปลี่ยนหน้าจอ

- การปรับเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องเหมาะสม
- การปรับเปลี่ยนหน้าจอคงที่ไม่กระโดดหรือไม่เปลี่ยนรูปแบบไปเรื่อยๆ
- การเปลี่ยนหน้าจอไม่ทำให้สับสน
- เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม

1.6 เสียง

- เสียงบรรยายชัดเจน หลักการอ่านถูกต้อง สื่อความหมายหรือได้อารมณ์ตามเนื้อหา
- จำนวนเสียงบรรยายเหมาะสม / เพียงพอ
- เสียงดนตรีเหมาะสม
- เสียงประกอบเหมาะสม

1.7 ภาพประกอบ

- ขนาดของภาพมีความเหมาะสม (ขนาดใหญ่ – เล็ก)
- การสื่อความหมายของภาพเหมาะสม
- ความชัดเจนของภาพ

1.8 ภาพเคลื่อนไหว

- ความยาวเวลาที่ใช้เหมาะสม
- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาด-เล็ก)
- การให้สีเหมาะสมง่ายต่อการมองและมีความชัดเจน
- การสื่อความหมายเหมาะสม
- ความสวยงาม

1.9 วิธีทัศน์

- ความยาวเวลาที่ใช้เหมาะสม
- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- ความชัดเจน
- การสื่อความหมายเหมาะสม

2. เกณฑ์ตรวจสอบปฏิสัมพันธ์

2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน

- มีการแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงปฏิสัมพันธ์ที่ชัดเจนและมีรูปแบบที่แน่นอน
- มีวิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- สื่อที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- มีการให้ผลป้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด

- มีการให้ผลป้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
- วิธีการให้ผลป้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน
- สื่อที่ใช้ในการให้ผลป้อนกลับเหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม

2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ

- มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน
- สื่อที่ใช้ในการให้ผลป้อนกลับเหมาะสม
- เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสมโครงสร้างบทเรียน
- การเข้าถึงเนื้อหาง่าย
- ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยง และการเปลี่ยนหน้าจอ
- การออกจากโปรแกรมสะดวก
- การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

2.4 โครงสร้างบทเรียน

- การเข้าถึงเนื้อหาง่าย
- ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนหน้าจอ
- การออกจากโปรแกรมสะดวก
- การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

2.3.2 คุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

ไพโรจน์ ธีรธนากุล ได้กล่าวถึงเรื่องของการประกันคุณภาพในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ว่าในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (CIP) ที่ดีและประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ด้วยตนเองในรูปแบบ E-learning ได้นั้นจะต้องอาศัย ความเชี่ยวชาญหลายสาขาด้วยกัน ได้แก่ ความชำนาญด้านเนื้อหา ความชำนาญด้านเทคนิคการสอน หรือการออกแบบการสอน ความชำนาญด้านการออกข้อสอบและการวัดผล ความชำนาญด้านมัลติมีเดียและความชำนาญด้านคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนั้น ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนจะต้องมีการทำงานเป็นทีมเสมอ ซึ่งจะประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญต่างๆ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Content/Subject Expert) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (CIP) เป็นอย่างดี สามารถที่จะให้คำปรึกษาในข้อบ่ายรายละเอียด คำอธิบายของเนื้อหานั้นๆ ลำดับของหัวข้อที่ควรจะเรียน ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหา รวมทั้งจะเป็นปัญหาของเนื้อหาในการทำความเข้าใจ

ของผู้เรียนขณะทำการสอนปกติ โดยทั่วไปมักเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาดังกล่าวมาเป็นเวลานาน

2. นักการศึกษาด้านการออกแบบการสอนและการวัดผล (Instruction Design and Evaluation Educator) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ และประสบการณ์ในด้านการเรียนการสอนเป็นอย่างดี รู้จักจิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์ การวัดผลและประเมินผลในรูปแบบต่างๆ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะคอยให้คำปรึกษากับทีมงานเกี่ยวกับออกแบบวิธีการนำเสนอและวิธีการสอน ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่จะสร้างขึ้น การออกแบบและการสร้างข้อทดสอบ ตลอดจนวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เหมาะสมกับบทเรียนที่จะสร้างขึ้น

3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย (Multimedia Technology Expert) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างสื่อพื้นฐานของมัลติมีเดีย (ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก และเสียง) ซึ่งจะคอยให้คำปรึกษากับทีมงานในการคัดเลือกอุปกรณ์และการสร้างสื่อพื้นฐานของมัลติมีเดียที่จะนำเข้ามาประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนทางด้านช่างแขนงหนึ่งซึ่งต้องการนำเสนอภาพเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักรชนิดหนึ่ง ก็จะสามารถทำได้โดยการถ่ายทำเป็นภาพวิดีโอจากสถานการณ์จริงแล้วจึงนำมาแปลงเป็นสัญญาณภาพดิจิทัลที่สามารถนำเสนอบนระบบคอมพิวเตอร์ได้ เป็นต้น

4. คอมพิวเตอร์โปรแกรมเมอร์ (Computer Programmer) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการเขียน โปรแกรมและการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียน เช่น Authorware เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สวยงาม และมีความน่าสนใจจนสามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะคอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมที่เหมาะสมในการสร้างบทเรียนตลอดจนฮาร์ดแวร์ที่จะใช้ในการ Run ตัวบทเรียนที่สร้างขึ้นด้วย

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (Computer Instruction Package Development) ในเชิงงานวิจัยหรือเป็นงานวิทยานิพนธ์ จะเป็นการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาที่จะสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนจัดเป็นโครงสร้างเนื้อหา (Content Organization) ของตนเองแล้วทำการออกแบบรูปแบบการสอน (Instruction Design) ของตนเอง จากนั้นจึงทำการสร้างตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนพร้อมแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ถูกต้องและมีมาตรฐาน แล้วทำการทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อตรวจสอบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามที่วิเคราะห์และออกแบบมานั้นมีประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิภาพผลทางการเรียนรู้ ได้ผลตามที่คาดหวังไว้อย่างไร ซึ่งจะสามารถใช้ทักษะ การวิเคราะห์และการออกแบบจากงานวิจัยนี้ไปใช้งานขยายผลต่อไป

กระบวนการทำวิทยานิพนธ์ ในการสร้างงานด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์การสอนเพื่อให้อยู่ในระดับ ถูกต้องและมาตรฐานนั้น จะรับรองผลงานของตนเองไม่ได้ จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับได้เป็นผู้ รับรองงานทุกขั้นตอน ซึ่งจะเป็นการตรวจและรับรองคุณภาพของงานที่สร้างขึ้น ผู้เชี่ยวชาญด้าน ต่างๆ จะต้องตรวจและรับรองงานต่างๆ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา (Content/Subject Expert) จะตรวจและรับรองงาน
 - ความถูกต้องของความสัมพันธ์ของหัวข้อเนื้อหาใน Content Network Chart
 - ความถูกต้องของรายละเอียดเนื้อหาจากข้อมูลที่ได้ออกแบบบนกรอบเนื้อหา ส่วนข้อความหน้าจอประกอบกับข้อความบรรยายด้วย
 - การพิจารณาน้ำหนักของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกำหนดจำนวนของข้อสอบ และการตรวจความตรง (IOC) ของข้อสอบที่เขียนขึ้น
 - อาจสามารถช่วยตรวจความถูกต้องของข้อความหน้าจอ และเสียงคำบรรยายบน คอมพิวเตอร์ เมื่อได้พัฒนาบทเรียนลงคอมพิวเตอร์แล้ว
2. นักการศึกษาทางออกแบบการสอนและการวัดผล (Instruction Design and Evaluation Educator) จะตรวจและรับรองงาน
 - ตรวจการออกแบบการนำเสนอเนื้อหา รูปแบบและองค์ประกอบกระบวนการสอนจาก กรอบเนื้อหาที่ได้ออกแบบโดยผู้ทำวิทยานิพนธ์
 - ตรวจและรับรองผลการออกแบบการสอนบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เมื่อได้พัฒนา บทเรียนลงคอมพิวเตอร์แล้ว
3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดียเทคโนโลยี (Multimedia Technology Expert) จะตรวจและ รับรองงาน
 - ตรวจและรับรองการออกแบบการใช้มัลติมีเดียในบทเรียนที่ได้ออกแบบขณะที่เป็น กรอบเนื้อหา ความเหมาะสม และความคุ้มค่าในการใช้ Media นั้นๆ
 - ตรวจและรับรองความถูกต้อง และคุณภาพของมัลติมีเดียที่ได้พัฒนาขึ้น เมื่อได้พัฒนา บทเรียนขึ้นคอมพิวเตอร์แล้ว
4. คอมพิวเตอร์โปรแกรมเมอร์ (Computer Programmer) จะทำการตรวจและแนะนำการใช้ โปรแกรม และการเลือกใช้ส่วนต่างๆ ซอฟต์แวร์ร่วมอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ระบบการจัดการสอน (Instruction Management System : IMS) และระบบการจัดการสอบ (Testing Management System : TMS) เป็นต้น

ผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ที่จะนำมาช่วยในการตรวจและรับรองผลงานที่พัฒนาขึ้น ควรจะเป็นผู้ที่มี ประสบการณ์และความชำนาญมากพอ เพื่อให้สามารถพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่มี คุณภาพและมาตรฐานจริง เกณฑ์การพิจารณาผู้เชี่ยวชาญควรพิจารณา ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา (Content/Subject Expert) จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่จะพัฒนาเป็นอย่างไรดี ซึ่งควรจะเป็นผู้ที่เคยทำการสอนวิชาดังกล่าวมาไม่น้อยกว่า 3-4 ครั้ง หรือเป็นผู้เขียน เรียบเรียงหนังสือตำราวิชานั้นมาก่อน
2. นักการศึกษาทางออกแบบการสอนและการวัดผล (Instruction Design and Evaluation Educator) จะต้องมีความรู้ความชำนาญในการสอนและมีประสบการณ์ในการออกแบบการสอน รวมทั้งการออกข้อสอบ การวัด การประเมินผล ซึ่งควรจะมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 4-5 ปี หรือผู้ที่จบการศึกษาทางด้านการออกแบบการสอน
3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดียเทคโนโลยี (Multimedia Technology Expert) จะต้องมีความรอบรู้วิธีการสร้างและมีผลงานในการสร้างมัลติมีเดียที่มีคุณภาพมาไม่น้อยกว่า 4-5 ครั้ง หรือผู้ที่มีคุณวุฒิทางด้านมัลติมีเดียและเทคโนโลยีทางการศึกษา
4. คอมพิวเตอร์โปรแกรมเมอร์ (Computer Programmer) จะต้องมีความสามารถสร้างและใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายภาษา และมีประสบการณ์ในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่จะใช้สร้างบทเรียนมาแล้วไม่น้อยกว่า 1-2 เรื่อง

ในการกำหนดเกณฑ์คุณภาพผู้เชี่ยวชาญนี้อาจจะต่างจากนี้ไปได้ ถ้าสามารถพิสูจน์ความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญได้

2.3.3 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และเกณฑ์ที่ยอมรับได้

การประเมินผลเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ซึ่งนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ขาดไม่ได้ในกระบวนการวิจัยเชิงพัฒนาสื่อการศึกษาที่ถูกต้อง ในขั้นตอนนี้มีสาระสำคัญคือ เพื่อทดสอบบทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มนักศึกษา ที่เป็นตัวแทนของประชากร โดยนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.3.3.1 การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ

หลังจากที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นแล้วจะทำการทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ โดยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายจำนวนประมาณ 10 คน เพื่อนำผลที่ได้มากำหนดวิธีการหาประสิทธิภาพจริง ขั้นตอนนี้ถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นการนำโปรแกรมบทเรียนไปทดลองให้ผู้เรียนศึกษารายบุคคลเพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ ในการเรียนและนำข้อมูลนั้นมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองจริง เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพเพื่อหาอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้น โดยทำการจดบันทึกข้อมูลนั้น และนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปทดลองจริง

ขั้นตอนการทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. คัดเลือกนักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมายประมาณ 10 คน เพื่อทำการทดลองหาประสิทธิภาพ โดยเลือกกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อนละกัน
2. ให้แต่ละคนศึกษาคู่มือการเรียนรู้และทำการเรียนจากบทเรียนที่พัฒนาขึ้นเป็นรายบุคคล
3. ในระหว่างเรียน หากผู้เรียนเกิดความสงสัย อนุญาตให้ยกมือถามได้ และผู้ผลิตทำการจดบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้น
4. ผู้ผลิตทำการสังเกตปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างทดลองและจดบันทึกเป็นข้อมูลไว้
5. นำข้อมูลที่จดบันทึกแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน และส่วนของการจัดการด้านการทดลอง และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสม

2.3.3.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน

เกณฑ์ของประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถกำหนดค่าออกมาเป็นตัวเลขที่จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวัง ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นประสิทธิภาพของการทดสอบของผู้เรียนระหว่างกระบวนการเรียน ซึ่งเป็นผลเฉลี่ย เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วย การเรียนต่อประสิทธิภาพของผลการทดสอบของผู้เรียน เมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้ เราสามารถกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพโดยใช้สัญลักษณ์ E_1 / E_2

$$E_1 / E_2$$

E_1	หมายถึง	ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียน โดยคิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย
E_2	หมายถึง	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์หลังการเรียนรู้ครบทั้งวิชา โดยคิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้หรือทดสอบหลังเรียน (Post-test)

บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (CIP) จะมีประสิทธิภาพ $E_1 / E_2 = 80/80$ หรือมากกว่า

สูตร

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^M E_{1i}}{M}$$

- E_i = ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเป็นค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพ
หน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด
- E_{1i} = ประสิทธิภาพจากการทดสอบระหว่างเรียนของหน่วยการเรียนรู้ที่ i คิดจากร้อยละของ
คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยย่อย i ของ
นักเรียนทั้งหมด

สูตร
$$E_{1i} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{nA_i} \times 100$$

- เมื่อ X_j = คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ j ระหว่างเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ i
- A_i = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่ i
- N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด
- M = จำนวนหน่วยการเรียนรู้ย่อยในวิชานั้น

สูตร
$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \times 100}{B}$$

- เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์หลังการเรียนครบทั้งวิชา คิดจากร้อยละ
ของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้
หรือทดสอบหลังเรียน
- B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน หรือ Post-test

2.3.3.3 การทดสอบหาประสิทธิผลทางการเรียนรู้

สำหรับการหาประสิทธิผลของการเรียนรู้จากบทเรียนที่สร้างขึ้น เป็นการหาค่าระดับประสิทธิภาพ
ที่เพิ่มขึ้นจากการเรียน ซึ่งจะเป็นการหาผลต่างของประสิทธิภาพหลังเรียน และระดับประสิทธิภาพ
ก่อนเข้าเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (CIP) จะมีประสิทธิผล $= E_{\text{post}} - E_{\text{pre}} > = 60$

E_{post} = ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์หลังการเรียนครบทั้งวิชา คณิตจาก ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุก หน่วยการเรียนรู้หรือทดสอบหลังเรียน = E_2

E_{pre} = ระดับประสิทธิภาพของผู้เรียนก่อนการเรียนวิชา คณิตจากร้อยละของ คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

สูตร
$$E_{post} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{nB} \times 100$$

เมื่อ X_i = คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนคนที่ i

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

สูตร
$$E_{pre} = \frac{\sum_{k=1}^n x_k}{nC} \times 100$$

เมื่อ X_k = คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนคนที่ k

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

C = คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน

เมื่อหาค่า E_{post} และ E_{pre} แล้วจะต้องหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของทั้งสองด้วย เพื่อใช้ตรวจสอบ ความใกล้เคียงของทั้งสองค่า ซึ่งไม่น่าจะมีความใกล้เคียง หากบทเรียนที่พัฒนาขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผล การเรียนรู้มากกว่า 60 ปีขึ้นไป

เมื่อได้ค่าประสิทธิภาพออกมาเป็นตัวเลขแล้ว บางครั้งค่าที่คำนวณออกมาก็มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ก็ยังมีหลายครั้งที่คำนวณได้เกณฑ์น้อยกว่าที่ตั้งไว้ การยอมรับประสิทธิภาพจะกำหนดค่าความ แปรปรวนไว้ $\pm 2.5\%$ เป็นระดับที่เหมาะสม นั่นคือประสิทธิภาพไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5% จึงยอมรับ ว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดหมายความว่า

มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2.5%

มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%

ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์

ถือว่าเท่าเกณฑ์ที่กำหนด

น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2.5%

ถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ แต่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ $>2.5\%$

ถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ ใช้ไม่ได้

เช่น หากผู้ผลิตตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 และถ้าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88/81.8 ถือว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ แต่หากผู้ผลิตตั้งเกณฑ์ไว้ 85/85 บทเรียนนี้ถือว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ เนื่องจากคะแนนของ E_2 ไม่ได้ตามเกณฑ์ จึงต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขและทดลองใหม่ โดยให้ได้เกณฑ์อย่างน้อย $= 8.5 - 2.5 = 82.5$ ทั้ง E_1 และ E_2 จึงจะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2.3.3.4 เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนรู้

1. เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียน การกำหนดเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียน โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีการกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 หรือสูงกว่า เนื่องจากรายวิชาที่ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนนั้น เป็นเนื้อหาวิชาสำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาซึ่งโดยทั่วไประบบการให้ระดับการคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับคะแนนร้อยละ	80 – 100	อยู่ในระดับ	A
ระดับคะแนนร้อยละ	70 – 79	อยู่ในระดับ	B
ระดับคะแนนร้อยละ	60 – 69	อยู่ในระดับ	C
ระดับคะแนนร้อยละ	50 – 59	อยู่ในระดับ	D
ระดับคะแนนร้อยละ	0 – 49	อยู่ในระดับ	F

A หมายถึง ดีมาก (Excellent) ผู้ที่ได้ต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายสูงสุด

B หมายถึง ดี (High Satisfaction) ผู้ที่ได้ต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายเป็นส่วนใหญ่

C หมายถึง ปานกลาง (Satisfaction) ผู้ที่ได้ต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายปานกลาง

D หมายถึง อ่อน (Poor) ผู้ที่ได้ต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายน้อย

F หมายถึง อ่อนมาก (Unsatisfaction) ผู้ที่ได้ต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมาย

และเนื่องจากบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์เป็นการพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการศึกษด้วยตนเอง การกำหนดเกณฑ์ของประสิทธิภาพของบทเรียน 80/80 เป็นเกณฑ์นั้น เพื่อเป็นการตั้งเป้าหมายในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนให้มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอยู่ในระดับคะแนนร้อยละ 80 นั่นคือ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายได้สูงสุดนั่นเอง ดังนั้นจึงกำหนดเกณฑ์ของประสิทธิภาพของบทเรียนไว้ที่ 80/80 ถือเป็นเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2. เกณฑ์การยอมรับประสิทธิผลทางการเรียนรู้ การประเมินประสิทธิผลทางการเรียนรู้ หมายถึง การเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนการสอบของผู้เรียนหลังจากที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์การสอน (Post-test) และคะแนนสอบก่อนเรียน (Pre-test) ซึ่งคะแนนสอบหลังเรียน จะต้องสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างน้อย 60 ขึ้นไป บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ขึ้นในระดับที่ใช้ได้

2.3.4 การวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์

การวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์นั้นเป็นการวัดความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียที่ใช้ในการสร้างเป็นบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ เนื่องจากบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษด้วยตนเองของผู้เรียน จึงจำเป็นต้องมีสิ่งเร้าในการเรียนรู้ และหากพบว่าผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในระดับสูง นั้นหมายความว่าบทเรียนนั้นสามารถสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ได้ซึ่งในการวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์นั้นจะทำการวัดอยู่ 2 ด้าน คือ

2.3.4.1 การวัดความพึงพอใจด้านการนำเสนอมีเดีย ประกอบด้วย

- องค์ประกอบของหน้าจอ
- พื้นหลัง
- ตัวอักษร
- ปุ่มต่างๆ
- การเปลี่ยนหน้าจอ
- เสียง ภาพประกอบ
- ภาพเคลื่อนไหว
- วิดีทัศน์

2.3.4.2 การวัดความพึงพอใจด้านปฏิสัมพันธ์ ประกอบด้วย

- การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน
- การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด
- การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ
- โครงสร้างบทเรียน เป็นต้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยและผลการศึกษาของงานวิจัยต่าง ๆ

นับตั้งแต่คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาท และเป็นที่ยอมรับกันในวงการศึกษาในรูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักการศึกษาตลอดจนนักเทคโนโลยีทางการศึกษาต่างให้ความสนใจต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์การสอนอย่างกว้างขวาง โดยมุ่งศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาประสิทธิภาพ วิธีการใช้คอมพิวเตอร์การสอนให้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ได้แก่

สาขันธ์ จำทน [27] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 การบวกและการลบ เรขาคณิต การคูณ การหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 การบวกและการลบ เรขาคณิต การคูณ การหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.40/82.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าประสิทธิผลเท่ากับ 20.40 – 82.40 ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 62.4.แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย 4.48 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ศิริรัตน์ แก้วเขียว [28] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนนับที่ไม่เกิน 100,000 การบวก การลบ การคูณ การหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนนับที่ไม่เกิน 100,000 การบวก การลบ การคูณ การหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.12/89.71 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนด 80/80 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าประสิทธิผลเท่ากับ 24.53 – 89.71 ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 65.17

ชนิดาภา เขียรศรี [29] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการคิดเลขเร็ว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการคิดเลขเร็ว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิผลเท่ากับ 28.26 – 91.47 ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 63.21 3.แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย 4.09 ซึ่งอยู่ในระดับดี

วรรณธมล พิมพ์มาศ [30] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนนับ ตัวประกอบจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนนับ ตัวประกอบจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.11/83.58 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนด 80/80 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าประสิทธิผลเท่ากับ 16.75 – 83.58 ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 66.83 3.แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย 4.51 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ฤชกร ลิขสิทธิ์สุกการ [31] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.84/83.78 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนด 80/80 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าประสิทธิผลเท่ากับ 19 – 83.78 ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 64.78 4.แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย 4.5 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

เยาวลักษณ์ นุชนาท [32] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวัด เงิน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวัด เงิน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.17/83.75 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนด 80/80 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าประสิทธิผลเท่ากับ 17.58 – 83.75 ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 66.17 4.แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย 4.51 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก