

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง หิน แร่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารีวิทยา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. หินและแร่

3. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

1. มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม

2. คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

2.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลกความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

2.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

2.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

2.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3. กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้สอนจะต้องศึกษาวิเคราะห์ จุดหมายของหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งเอกสารประกอบหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง เพื่อวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในส่วนบทบาทของผู้สอนจะต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจากผู้ออกความรู้แก่ผู้เรียนเป็นผู้สนับสนุน เสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายแก่ผู้เรียน โดยการดำเนินการดังนี้ (กรมวิชาการ, 2546, หน้า 22)

(1) เลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องเลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน

(2) การคิดค้นเทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนสามารถคิดค้นรูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้รูปแบบอื่นๆ และนำมาใช้ให้เหมาะสมกับปัจจัยต่างๆ เช่น ความรู้ความสามารถในด้านเนื้อหา ความสนใจและวัยของผู้เรียน ความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ แต่ละช่วงชั้น เวลา สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมของโรงเรียนและชุมชน

หินและแร่

หินและแร่เป็นของแข็งที่ประกอบด้วยธาตุและสารประกอบต่างๆที่เป็นส่วนประกอบของเปลือกโลก

1. ความหมายของหิน

หิน หมายถึง มวลของแข็งที่ประกอบขึ้นด้วยแร่ชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดรวมตัวกันอยู่ตามธรรมชาติ เปลือกโลกประกอบด้วยชั้นของหินมานานกว่าหลายล้านปี หินบริเวณพื้นผิวเปลือกโลกจะมีการสึกกร่อนเนื่องจาก น้ำ น้ำแข็ง ลม และจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก ส่งผลให้หินบนผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีไปเป็นหินประเภทต่างๆ ได้

2. ลักษณะทั่วไปของหิน

2.1 สมบัติทางกายภาพของหิน เป็นลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น สีของหิน ที่แสดงถึงแร่ที่ประกอบในหิน การเรียงตัวของชั้นหิน หรือซากดึกดำบรรพ์ที่แทรกอยู่ในหิน ความแข็งของเนื้อหิน การเรียงตัวของผลึกแร่ที่อยู่ในเนื้อหิน ความหนาแน่น

2.2 สมบัติทางเคมีของหิน โดยทดสอบกับกรด หินบางชนิดให้ฟองแก๊สเมื่อถูกรวดทางธรณีวิทยาแบ่งหินออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ หินอัคนี หินตะกอน หินแปร

2.2.1 หินอัคนี (Igneous rocks) เกิดจากการเย็นตัวแล้วแข็งตัวของหิน หลอมเหลวใต้พื้นผิวโลก (แมกมา) หรือลาวา ซึ่งหินหลอมเหลวแต่ละแห่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกันทำให้มีสีหรือ เนื้อหินมีลักษณะต่างกัน หินอัคนีมีลักษณะเป็นหินแข็ง ประกอบด้วยผลึกที่ไม่มีชั้นให้เห็นและหากแมกมาเกิดการปะทุจากปล่องภูเขาไฟออกมาเป็นลาวาแล้วมีการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว จะเกิดรูพรุนที่เนื้อหิน เนื่องจากการไหลออกของอากาศที่แทรกอยู่ในหิน หินชนิดนี้จะไม่มีการซากดึกดำบรรพ์ปรากฏอยู่ ตัวอย่างหินอัคนี เช่น หินแกรนิต หินแอนดีไซต์ เป็นต้น

2.2.2 หินตะกอนหรือหินชั้น (sedimentary rocks) เกิดจากการทับถมอัดแน่น และมีการเชื่อมประสานของตะกอนที่เกิดจากการผุพังของหินชนิดต่างๆ ทั้งจากการทับถมของ กระแสน้ำ กระแสลมที่พัดพามา ทำให้เกิดการประสานตัวกันแน่นกลายเป็นหิน หินชนิดนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะเปราะและแตกง่าย เนื้อหินจะสามารถมองเห็นเม็ดหินได้ และอาจพบซากดึกดำบรรพ์ได้ในหินประเภทนี้ ตัวอย่างหินประเภทนี้ได้แก่ หินกรวดมน หินปูน หินทราย เป็นต้น

2.2.3 หินแปร (Metamorphic rocks) เกิดจากการแปรสภาพของหินเดิม (ทั้งหินอัคนีและหินตะกอน) เนื่องจากความร้อนและความดันจากแรงกดทับภายใต้ผิวโลกมีมาก จนทำให้รูปร่างและลักษณะของเนื้อหินเปลี่ยนไป มีลักษณะแข็งและสามารถเห็นแยกเป็นชั้นๆ หรือเห็นแถบชั้นได้อย่างชัดเจน อาจพบซากดึกดำบรรพ์ที่มีสภาพไม่สมบูรณ์ได้ในหินประเภทนี้ ตัวอย่างหินประเภทนี้ได้แก่ หินอ่อน หินชนวน เป็นต้น

3. การเกิดหินและแหล่งที่พบ

3.1 การเกิดหินอัคนี

หินอัคนีเกิดจากการแข็งตัวของหินหนืดหรือแมกมา ซึ่งเป็นหิน หลอมเหลว ร้อนจัดอยู่ในชั้นแมนเทิลใต้เปลือกโลก ที่แทรกขึ้นมาจากส่วนลึกภายในโลก แล้วเย็นตัวและแข็งตัวกลายเป็นหิน หินอัคนีแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

3.1.1 หินอัคนีแทรกซอน เป็นหินอัคนีที่เกิดจากการเย็นตัวของแมกมาเมื่อแมกมาแทรกตัวดันขึ้นมาสู่เปลือกโลกถึงระดับหนึ่งที่อยู่ใต้เปลือกโลก และอุณหภูมิลดลง แมกมาจะเย็นตัวพร้อมกับแข็งตัวอย่างช้าๆ ทำให้เกิดผลึกแร่ขนาดใหญ่ จึงเกิดหินที่มีเนื้อผลึก หยาบที่มี

ผลึกเรียดเกาะกันแน่นสนิท เนื้อหिनจึงแน่นและแข็ง ได้แก่ หินแกรนิต หินไดออไรต์ เป็นต้น

3.1.2 หินอัคนีพุหรือหินภูเขาไฟ เป็นหินอัคนีที่เกิดจากการปะทุขึ้นมาของแมกมา ที่ร้อนเมื่อภูเขาไฟระเบิด แมกมาร้อนเมื่อปะทุออกมาออกผิวโลกเรียกว่า ลาวา เมื่อลาวาพุ่งออกมาออกผิวโลกอย่างรวดเร็ว จะเย็นตัวและแข็งตัวภายในเวลาอันสั้น แร่จึงตกผลึกอย่างรวดเร็ว ได้ผลึกขนาดเล็กมาก หินอัคนีพุ ได้แก่ หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินบะซอลต์ เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของหินอัคนีชนิดต่างๆ ประโยชน์และแหล่งที่พบ

ชื่อหิน	ลักษณะเนื้อหิน	ประโยชน์	แหล่งที่พบ
หินแกรนิต เกิดจาก การเย็นตัวช้าๆ ของหินหนืดใต้ผิวโลก	เนื้อหยาบ เป็นผลึกขนาดใหญ่ แฉวาว สวยงาม มีสีอ่อน ทนทานต่อการผุกร่อน	ใช้ในการก่อสร้าง แกะสลัก ทำครก ปูพื้น ประดับอาคาร ทำอนุสาวรีย์	ภูมิประเทศที่เป็นภูเขา ได้แก่ ชลบุรี จันทบุรี แพร่ เชียงใหม่
หินบะซอลต์ เกิดจาก ลาวาเย็นตัวเร็วบนผิวโลก	เนื้อแน่น ผลึกมีขนาดเล็ก มีรูพรุน ทนทานต่อการผุกร่อน	ใช้ทำถนน ก่อสร้าง	บริเวณภูเขา ได้แก่ จันทบุรีกาญจนบุรี ลำปาง ลพบุรี
หินอบซิเดียน เกิดจากการเย็นตัวของ ลาวาอย่างฉับพลัน	ไม่เป็นผลึก เนื้อเรียบ เกลี้ยง คล้ายแก้ว มีสีดำ รอยแตกคมเหมือนแก้วแตก	ใช้ทำอาวุธโบราณ	ยังไม่พบในประเทศไทย
หินสกอเรีย เกิดจากการที่หินหลอมเหลวมีแก๊สปนอยู่ในลาวาดันทะลุผ่านเย็นตัวทันทีจึงมีรูพรุนโดยทั่วไป	เนื้อแข็ง ไม่ทนทาน ต่อการสึกกร่อน สาก เปราะ เบา มีรูพรุน	ใช้ทำหินขัด	พบได้ตามชายฝั่งทะเล
หินพัมมิช เกิดเหมือนหินสกอเรีย	เหมือนหินสกอเรีย แต่รูพรุนของหินมีขนาดเล็กกว่า เบา ลอยน้ำได้	ใช้ทำหินขัด	พบได้ตามชายฝั่งทะเล
หินไรโอไลต์ เป็นหินอัคนีพุหรือหินภูเขาไฟ	เนื้อละเอียดกว่าหินแกรนิต ประกอบด้วยผลึกแร่หลายชนิด	ใช้ในงานก่อสร้าง	สระบุรี เพชรบูรณ์

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของหินอัคนีชนิดต่างๆ ประโยชน์และแหล่งที่พบ (ต่อ)

ชื่อหิน	ลักษณะเนื้อหิน	ประโยชน์	แหล่งที่พบ
หินแอนดีไซต์ เป็นหินอัคนีพุหรือหินภูเขาไฟ	เนื้อแน่น ทึบ ละเอียดเป็นผลึกเล็กๆ กระจัด กระจาย รูปผลึกมอง ด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์	ใช้ในการก่อสร้าง ทำถนน	สระบุรี เพชรบูรณ์

ที่มา: ประดับ นาคแก้ว และดาวลัย เสริมบุญสุข, 2554, หน้า 165-167

การเลือกหินอัคนีไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สมบัติของหิน
2. ปริมาณของหินที่มีอยู่ในท้องถิ่น
3. ความสะดวกในการทำให้หินมีขนาดและรูปร่างตามที่ต้องการ
4. การใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

4. การเกิดหินตะกอน

การเกิดหินตะกอน ต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การผุพัง การกัดกร่อน การพัดพา การทับถมหรือสะสมตัวหรือการตกตะกอน การอัดแน่น การเชื่อมประสาน ทำให้ตะกอนกลายเป็นหินแข็งที่เรียกว่า หินตะกอน น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี ทำให้หิน ดิน เกิดการกัดกร่อน ผุพังได้เมื่อสารเหล่านั้นแขวนลอยอยู่ในน้ำกลายเป็นสารแขวนลอย กระแสน้ำ กระแสลม ชารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงโลกพัดพาสารแขวนลอยเหล่านี้ไปตกตะกอนและเกิดการสะสม ตะกอนต่างๆ เช่น ในแม่น้ำลำคลอง ทะเล มหาสมุทร และตกตะกอนสะสมตัวเป็นชั้นๆ โดยตะกอนมีขนาดใหญ่และกดทับกันแน่น

ตารางที่ 2.2 ลักษณะของหินตะกอนชนิดต่างๆ ประโยชน์และแหล่งที่พบ

ชื่อหิน	ลักษณะเนื้อหิน	ประโยชน์	แหล่งที่พบ
ศิลาแลง เกิดจากการผุร่อนของ หินอัคนี โดยมีเหล็กออกไซด์หรืออะลูมิเนียมออกไซด์เป็นวัสดุประสาน	เนื้อแข็ง มีรูพรุน เนื้อหยาบ ขรุขระ สีน้ำตาลแดง	ใช้ทำกำแพง	บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ
หินทราย เกิดจากตะกอนของทรายมาเกาะกัน มีซิลิกา เหล็กออกไซด์ หรือแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นวัสดุประสาน	เนื้อสาก หยาบ คล้ายทรายทั้งก้อน มักมีสีน้ำตาล	ใช้ทำหินลับมีด นำมาแกะสลักใช้ในงานก่อสร้าง	กาญจนบุรี เพชรบุรี ราชบุรี
หินดินดาน เกิดจากตะกอนของโคลน เศษหิน และแร่ที่ละเอียดมาก	เนื้อละเอียด กะเทาะหลุดออกมาเป็นแผ่นๆ ได้ง่าย	ใช้ผสมทำปูนซีเมนต์ปูพื้นทางเดิน	สงขลา เลข
หินปูน เกิดจากการทับถมของอินทรีย์วัตถุ หรือซากพืชซากสัตว์ โดยมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็น วัสดุประสาน	ในเนื้อหินอาจพบซากพืชซากสัตว์ติดอยู่เป็นเนื้อแข็ง	ผสมคอนกรีตใช้ใน งานก่อสร้าง ทำวัสดุทนไฟ	สระบุรี ราชบุรี เพชรบุรี
หินกรวดมน เกิดจากตะกอนของกรวดหรือเศษหินขนาดใหญ่	กลม มน เนื่องจากถูกขัดสีระหว่าง การพัดพา ตะกอน เนื้อหยาบมาก ประกอบด้วยเศษหินและ เศษแร่ขนาดใหญ่	ใช้ทำถนนเข้าบ้าน ใช้ในการก่อสร้าง	พบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกือบทุกจังหวัด

ที่มา: ประดับ นาคแก้ว และดาวัลย์ เสริมบุญสุข, 2554, หน้า 169-170

5. การเกิดหินแปร

เกิดจากการแปรสภาพของหินเดิม คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร ภายใต้ อิทธิพลของ ความร้อน ความดัน ปฏิกิริยาเคมี หินแปรอาจมีส่วนประกอบใกล้เคียงกับหินเดิมหรือ แตกต่างไปจากหินเดิมก็ได้ และต้องมีการตกผลึกได้เร็วชนิดใหม่ในเนื้อหินแปรอาจมี การเรียงตัว

ใหม่ของเม็ดแร่เห็นเป็นริ้วขนานหรือไม่เกิดริ้วขนานก็ได้เนื่องจากเม็ดแร่ไม่ได้ ถูกบีบอัดให้จัดเรียงตัวกัน

ตารางที่ 2.3 ลักษณะของหินแปรชนิดต่างๆ ประโยชน์และแหล่งที่พบ

ชื่อหิน	ลักษณะเนื้อหิน	ประโยชน์	แหล่งที่พบ
หินชนวน แปรสภาพมาจาก หินดินดาน	เนื้อแน่นละเอียดมาก ผิวเรียบเป็นมัน สีเข้ม กะเทาะออกเป็นแผ่น บางตามรอยแยกได้	ใช้ทำกระดานชนวน มุงหลังคา ปูพื้น ทางเดิน ทำแผ่นกัน ความร้อน	พบได้ตามเส้นทาง ถนนมิตรภาพก่อน ถึงปากช่อง
หินอ่อน แปรสภาพมาจาก หินปูนมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็น องค์ประกอบสำคัญ	มีทั้งเนื้อละเอียดและ เนื้อหยาบจนเห็นผลึก ไม่มีริ้วขนาน ขัดผิว หน้าเป็น มันวาว ความแข็งน้อย สีกร่อนง่าย ละลายใน น้ำกรดได้	ใช้ทำตุ๊กตาหิน ประดับอาคาร	สระบุรี นครนายก ยะลา
หินไนส์ แปรสภาพมาจาก หินแกรนิต	มีผลึกเรียงตัวเป็นริ้ว ขนาน แข็งแรงและ ทนทานมากเนื้อหินมี ผลึกสีขาวขุ่น ขาวใส และสีดำ	ใช้ทำครก ทำไม้	ชลบุรี กาญจนบุรี ชุมพร
หินควอร์ตไซต์ แปรสภาพมา จาก หินทรายหรือหินกรวด	เนื้อแน่น แข็งแกร่ง เมื่อ แตกมีรอยร้าว โค้งแบบก้นหอย ไม่มีริ้วขนาน	ผสมคอนกรีตทำหินลับ มีด ทำวัสดุ ทนไฟ รองพื้นถนนหิน	ชลบุรี ราชบุรี
หินชีสต์ แปรสภาพมาจาก หินแกรนิต และหินดินดาน	เนื้อหยาบมาก ผิวมี รอย แตกขรุขระ ไม่ เรียบ มีริ้วขนาน	ใช้ในงานก่อสร้าง	พบบริเวณเขื่อน ภูมิพล จังหวัดตาก
หินฟิลาไลต์ แปรมาจากหินชนวน	เนื้อหยาบ ผิววอล มีริ้วขนานคดโค้ง เป็นลูกคลื่นเล็กๆ	ใช้เป็นวัสดุถมถนน ชั่วคราวคุณภาพ ไม่ดี	ราชบุรี กาญจนบุรี

ที่มา: ประดับ นาคแก้ว และดาวัลย์ เสริมบุญสุข, 2554, หน้า 171-173

6. วัฏจักรของหิน

หินหนืดถูกดันขึ้นมาเย็นตัวที่ผิวโลกเป็นหินอัคนี ต่อมาหินอัคนีเกิดการผุกร่อนจากกระบวนการต่างๆ ทั้งธรรมชาติและมนุษย์ การพัดพาและการทับถมของตะกอน ทำให้หินอัคนีเปลี่ยนสภาพเป็นหินตะกอน และหินตะกอนได้รับความร้อนและแรงกดดันภายในโลก จะแปรสภาพเป็นหินแปร ทั้งหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร สามารถเปลี่ยนจากหินชนิดหนึ่งเป็นอีกชนิดหนึ่งได้ และอาจถูกอัดลงไปหลอมเหลวใหม่กลับเป็นหินหนืดได้อีก เกิดการหมุนเวียนกันเป็นวัฏจักรของหิน

7. แร่

แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในรูปของผลึก แร่ต่างชนิดกันจะมีรูปผลึกต่างกัน สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพต่างกัน แหล่งแร่ธาตุมีประโยชน์เรียกว่า แหล่งแร่ และกลุ่มแร่ที่นำมาถลุงแยกโลหะออกมาใช้ประโยชน์เรียกว่า สินแร่ แร่ที่รวมตัวอยู่กับหิน เรียกว่า แร่ประกอบหิน

8. สมบัติและลักษณะทางกายภาพของแร่

8.1 ความแข็ง การทดสอบความแข็งของก้อนแร่ ทำได้โดยขูดก้อนแร่ด้วยของแข็งที่รู้ความแข็งแล้วสังเกตรอยที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับมาตรฐานความแข็งของ मोส์ แร่ที่แข็งกว่าจะทำให้เกิดรอยขูดบนผิวแร่ที่อ่อนกว่าเสมอ

ตารางที่ 2.4 ระดับความแข็งของแร่

ระดับความแข็ง	แร่	การทดสอบ
1	ทัลค์	เล็บขูดเข้า ผิวลื่นมือ
2	ยิปซัม, หินเกลือ, สติบไนต์	เล็บขูดเข้า ผิวฝืด
3	แคลเซียม, เงิน, ทองคำ	สตาจค์แดงขูดเป็นรอย
4	ฟลูออไรต์, มาลาไคต์	กระจกขูดเป็นรอยบนผิวแร่
5	อะพาไทต์	มีดพับขูดเป็นรอย
6	ออร์โทเคลส, แมกนีไทต์	มีดพับขูดเป็นรอย
7	ควอร์ตซ์, โทเมน	ขูดกระจกเป็นรอย
8	โทแพซ	ขูดกระจกเป็นรอย
9	คอร์ันดัม	ขูดกระจกเป็นรอย
10	เพชร	ขูดกระจกเป็นรอย

ที่มา : เลิศสิน รักษาสกุลวงศ์ และคนอื่นๆ, 2550, หน้า 31

8.2 ความวาว เป็นสมบัติการสะท้อนแสงของแร่ เกิดจากผิวหน้าของแร่มีการสะท้อนและการหักเหของแสงต่างกัน ความวาวมีหลายแบบ ดังนี้

8.2.1 วาวคล้ายยางสน ผิวแร่คล้ายขี้ผึ้ง หรือเทียนไข เช่น กำมะถัน โอปอ
ธรรมดา

8.2.2 วาวคล้ายน้ำมันฉาบ เช่น โอปอบางชนิด

8.2.3 วาวคล้ายใยไหม เช่น แร่ใยหิน ยิปซัม

8.2.4 วาวคล้ายเพชร เช่น แร่แคลซิเทอไรต์ แร่วานาดีไซต์

8.2.5 วาวคล้ายดิน เช่น แร่ดินเบา เคโอลิน แร่ดินขาว

8.3 รูปผลึก สารแต่ละชนิดมีรูปทรงเรขาคณิต ผลึกหนึ่งๆอาจประกอบด้วยรูปผลึกเพียงรูปเดียวหรือหลายรูปก็ได้

8.4 สี สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แร่ชนิดเดียวกันอาจมีสีต่างกันได้ เช่น คอรัันดัม มีสีแดงคือ ทับทิม สีน้ำเงินคือ ไพลิน สีเหลืองคือบุษราคัม

8.5 สีผงละเอียด เป็นสมบัติเฉพาะตัวของแร่แต่ละชนิด ตรวจสอบได้โดยการนำก้อนแร่ไปขีด บนแผ่นกระเบื้องที่ยังไม่ได้เคลือบ จะเห็นสีของรอยขีดติดอยู่บนแผ่นกระเบื้อง เช่น แร่ฮีมาไทต์มีสีเทา ดำ เมื่อนำมาขีดลงบนแผ่นกระเบื้องจะได้ผงสีแดง

8.6 ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะ สารชนิดเดียวกันมีความหนาแน่นเท่ากัน ภายใต้อุณหภูมิเดียวกัน ดังนั้น แร่แต่ละชนิดจึงมีค่าความหนาแน่นแตกต่างกันสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร}}{\text{ปริมาตรของสาร}}$$

ความหนาแน่นของสารมีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm^3)
ความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นสัมพัทธ์สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{ความหนาแน่นของสาร}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}}$$

ความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นสัมพัทธ์ไม่มีหน่วย เพราะเป็นค่าเปรียบเทียบ

9. ชนิดของแร่

แร่แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ดังนี้

9.1 แร่โลหะ เกิดจากโลหะทำปฏิกิริยากับอโลหะ (ออกซิเจน, กำมะถัน, คลอรีน)

ต้องแยกเป็นโลหะบริสุทธิ์ก่อนจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังตาราง

ตารางที่ 2.5 แร่โลหะที่พบในประเทศไทยและการนำไปใช้ประโยชน์

โลหะ	แร่	แหล่งแร่ที่พบ	ประโยชน์
ดีบุก	SnO ₂	ภาคใต้ในจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ในภาค อื่นๆ เช่น กาญจนบุรี ตาก แม่ฮ่องสอน เชียงราย เชียงใหม่	1.ใช้ในอุตสาหกรรมทำแผ่นเหล็ก ชุบดีบุก เพื่อบรรจุอาหาร 2.ใช้ทำโลหะผสม ทำโลหะบัดกรี 3.สารประกอบของดีบุก ใช้เป็นส่วนผสม ของสีทาบ้าน
พลวง	Sb ₂ S ₃	สุราษฎร์ธานี เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน ระยอง จันทบุรี	1.ทำโลหะผสม เช่น ผสมกับตะกั่ว ใช้ทำแบตเตอรี่ ผสมกับตะกั่วและดีบุกทำ ตัวพิมพ์ 2.ทำสารกึ่งตัวนำ
เหล็ก	FeS ₂ Fe ₂ O ₃ Fe ₃ O ₄	เขาทับควาย จังหวัดลพบุรี จังหวัดเลย และกาญจนบุรี	1.ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กกล้าและ เหล็กแปรรูปต่างๆ 2.ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง
ทังสแตน	WO ₃	พบร่วมกับแร่ดีบุก ที่ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	1.ทำสีย้อมผ้า หมึกพิมพ์ 2.ใช้ทำขั้วไฟฟ้าในเครื่องเอกซเรย์ ทำหลอดภาพโทรทัศน์ ทำไส้หลอดไฟฟ้า
สังกะสี	ZnS	พบร่วมกับตะกั่ว ที่ อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี จ.เลย จ.ตาก	1.ใช้เคลือบแผ่นเหล็กทำ สังกะสีมุงหลังคา 2.ทำโลหะผสม เช่น ทองเหลือง 3.สารประกอบของสังกะสีใช้ทำยา สีย้อม ผ้า และน้ำยารักษาเนื้อไม้
ทองคำ	ทองคำ บริสุทธิ์	ในรูปทองคำบริสุทธิ์เป็นผง หรือเกล็ดเล็กๆที่ อ.บางสะพาน จ. ประจวบคีรีขันธ์ บ้านบ่อทอง อ. กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี บ้าน โตะโมะ จ.นครราชสีมา	1.ใช้ทำเครื่องประดับ 2.เป็นสินทรัพย์สำรองใช้แทน เงินตรา

ตารางที่ 2.5 แร่โลหะที่พบในประเทศไทยและการนำไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

โลหะ	แร่	แหล่งแร่ที่พบ	ประโยชน์
แทนทาลัม	(Fe,Mn) (Ta,Nb) ₂ O ₆ แร่แทน ทาลิต์	พบร่วมกับดีบุกใน จ.ตรัง จ.พังงา จ.ภูเก็ต จ.ระนอง จ.กาญจนบุรี จ.ราชบุรี จ.อุทัยธานี	1. ใช้สร้างเครื่องยนต์ไอพ่นและจรวด 2. ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า 3. ทำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และ เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

ที่มา: ประดับ นาคแก้ว และดาวลัย เสริมบุญสุข, 2554, หน้า 108-109

9.2 แร่โลหะ ประกอบด้วยธาตุโลหะ สามารถนำไปใช้ได้โดยตรงไม่ต้องแยกหรือทำให้บริสุทธิ์ก่อน ดังตาราง

ตารางที่ 2.6 แร่โลหะที่พบในประเทศไทยและการนำไปใช้ประโยชน์

ชนิดแร่	แหล่งที่พบ	ประโยชน์
ใยหิน	จ.อุดรดิตถ์	1. ใช้ทำผ้าทนไฟ ผ้าเบรก 2. ใช้ทำกระเบื้องมุงหลังคาวัสดุกันความร้อน
ดินขาว	อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง จ.อุดรดิตถ์ จ.ปราจีนบุรี	1. ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา ถ้วยชาม 2. ใช้ทำอิฐ กระเบื้อง กระจก ยางและสี
เกลือหิน	อ.บ้านเจ็ทจรงค์ จ.ชัยภูมิ จ.สกลนคร จ.นครราชสีมา จ.มหาสารคาม	1. ใช้เป็นวัสดุในการผลิตเคมีภัณฑ์ 2. ใช้ในอุตสาหกรรมถลุงแร่ ทำสบู่ สี ย้อม นํ้า และใช้ฟอกหนัง
รัตนชาติ -พลอยคอร์ันดัม -พลอยพวกควอตซ์ -เพชร	จ.จันทบุรี จ.ตราด อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี บ้านพ่อแก้ว จ.แพร่ จ.จันทบุรี จ.ตราด จ.กาญจนบุรี จ.ลำปาง จ.ลำพูน และจ.ลพบุรี พบในลานแร่ดีบุก และในทะเล บริเวณอ่าวพังงาภูเก็ต	1. ใช้ทำเครื่องประดับ อุตสาหกรรม นาฬิกา 1. ใช้ทำเครื่องประดับ อุตสาหกรรมนาฬิกา ผงขัดต่างๆ 1. ใช้ทำเครื่องประดับ 2. ใช้เป็นหัวเจาะและทำผงกากเพชร

ตารางที่ 2.6 แร่โลหะที่พบในประเทศไทยและการนำไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)

ชนิดแร่	แหล่งที่พบ	ประโยชน์
ยิปซัม	อ.หนองบัว จ.นครสวรรค์ อ.บ้านนาสาร จ.สุราษฎร์ธานี จ.พิจิตร	1.ทำปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ 2.ทำแผ่นยิปซัมบอร์ด ชอล์ก กระจกฝ้า ปูนย

ที่มา: ประดับ นาคแก้ว และดาวลัย เสริมบุญสุข, 2554, หน้า 109

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผล เป็นองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน กล่าวคือ มีการสอน การเรียน และการวัดและประเมินผล ครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการวัดผล การประเมินผล พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ การวัดผล การเรียนการสอน การสร้างข้อสอบ ลักษณะของข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านต่างๆ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2540, หน้า 292)

การประเมินผลย่อย เป็นการประเมินเมื่อครูต้องการทราบพฤติกรรมที่ครูต้องการจะให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เป็นการประเมินผลย่อยเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้หนึ่งๆเพื่อจะได้แก้ไขสิ่งบกพร่องทั้งการสอนของครูและการเรียนของนักเรียน ลักษณะของข้อสอบในการ ประเมินผลย่อยนั้นจะต้องวัดตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

การประเมินผลรวม เป็นการประเมินผลรวบยอดขั้นสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการสอนในกระบวนการวิชานั้นๆ เป็นการประเมินสถานการณ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด โดยเน้นที่พฤติกรรม ทักษะความรู้ของนักเรียน และเป็นการตัดสินผลการเรียน ลักษณะข้อสอบในการประเมินผลรวมจะต้องกระจายตลอดเนื้อหาวิชา เพื่อจะได้ข้อสอบที่เป็นตัวแทนของความรู้ทั้งหมด

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (computer assisted instruction):CAI เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีการนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มาช่วยในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนที่ได้จัดเรียงลำดับให้แก่ผู้เรียนและเปิดโอกาสให้มีการโต้ตอบกับบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม โดยผ่านทางคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า CAI คอมพิวเตอร์ชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปหลายชื่อ

แต่ก็มีความหมายอย่างเดียวกันเช่น การเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ (CBI: computer-based instruction) ซึ่งในที่นี้จะศึกษาเฉพาะคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (computer-assisted instruction: CAI) และนำเสนอรายละเอียดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ความเป็นมาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิวัฒนาการและประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI ได้มีวิวัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งบุรณะ สมชัย (2538, หน้า, 24-25) และพรเทพ เมืองแมน (2544, หน้า, 17-18) ได้กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

ปี ค.ศ. 1958 มหาวิทยาลัยฟลอริดา สหรัฐอเมริกา พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยทบทวนวิชาฟิสิกส์ และสถิติพร้อมๆ กับมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ปี ค.ศ.1960 มหาวิทยาลัยฮิลลินอยส์จัดทำ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเทอร์มินัล (Terminal) ที่สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ ชื่อ “PLATO”

ปี ค.ศ.1671 มหาวิทยาลัยบริกคัมย้ง และเทกซัสได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับมินิคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมชื่อ TICCIT-time-shared interactive computer controlled information television

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะในวงการศึกษ เพราะความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีต่างๆ อันได้แก่ เทคโนโลยีมัลติมีเดีย เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารข้อมูล ทำให้สามารถผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและทำการเผยแพร่บทเรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งในอนาคตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้นำเสนอผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมากขึ้น ในรูปแบบของ CAI on Web

2. ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อให้ได้รับความนิยมนิยมสูงสุดในการนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และบังเกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

ยีน กูว์รวรรณ (2531, หน้า 121) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ว่า หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึก และเก็บไว้คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาแนะนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

วชิระ วิชชวรนนท์ (2542, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ว่าเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยการสร้างและพัฒนาบทเรียนอย่างเป็นระบบ แล้วบรรจุไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มุ่งเน้นการเรียนการสอนรายบุคคล

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาธิการสสส (2541, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว

วิธีทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอ เนื้อหาที่หน้าจอโดยเนื้อหาความรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดใน ลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 243) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ว่าเป็นการทำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน ทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ระหว่าง ผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนซึ่งเป็นการช่วย เสริมแรงให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบต่างๆ แต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียน โดยไม่รู้สึกรู้สึเบื่อหน่าย

สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง การนำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เป็นส่วนในการจัดการเรียนการสอน การถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ในรูปของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ ภาพกราฟิก และเสียง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการโต้ตอบในรูปแบบโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนเพื่อสร้าง แรงจูงใจในการเรียนทำให้ผู้เรียน เกิดความสนุกไม่รู้สึกเบื่อหน่ายกับการเรียนการสอนแบบปกติและสามารถเรียนรู้ได้บ่อยตามความต้องการ

3. ประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนสามารถศึกษาจากบทเรียนได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนและผลลัพธ์ที่ผู้สอนต้องการให้เกิดขึ้นกับบทเรียน นักวิชาการด้านการศึกษาหลายท่านอาทิ บุญแก้ว ควรวาเวช (2543, หน้า 65-68), กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 245-248), วชิระ วิชชวรนนท์ (2542, หน้า 4-5), และไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2546, หน้า 10-13) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากมายหลายรูปแบบ พอจะสรุปได้ดังนี้

(1) การสอน (tutorial instruction) เป็นบทเรียนที่มีลักษณะ การเสนอเนื้อหา ความรู้ เป็นเนื้อหาย่อยๆ ให้แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน ผู้เรียน จะศึกษา ตามลำดับที่จัดโปรแกรมไว้มีการแทรกคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจแล้ว แสดงผล ย้อนกลับทันทีนอกจากนี้ ยังสามารถบันทึก รายละเอียดเกี่ยวกับนักเรียน และผลการเรียน ได้อีกด้วย

(2) การฝึกทักษะและการปฏิบัติ (drill and practice) บทเรียนนี้จะไม่มีการเสนอ เนื้อหาให้แก่ผู้เรียนส่วนใหญ่จะใช้เพื่อเสริมการสอน เมื่อครูหรือผู้สอน ได้สอนบทเรียนบางอย่าง ไปแล้ว และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัดความรู้ ความเข้าใจ ทบทวนและ ช่วยเพิ่มพูนความรู้ ความชำนาญ เช่นการเลือกตอบข้อถูกจาก 3-5 ตัวเลือก หากเป็นโปรแกรมที่มี ประสิทธิภาพดียังสามารถช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถาม ให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่เสมอ

(3) การจำลอง (simulation) เป็นบทเรียนที่มีการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ให้ ใกล้เคียงกับความเป็นจริง รูปแบบของ โปรแกรมเป็นการนำเสนอข้อมูล ผู้เรียนจำทำการทดสอบ โดยผ่านโปรแกรมเพื่อฝึกทักษะการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัย หรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก เช่น การ เดินทางของแสง การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ หรือแม้กระทั่ง ปรากฏการณ์ทางเคมี ซึ่งต้องใช้ เวลานานหลายๆ วัน

(4) เกมเพื่อการศึกษา (educational game) บทเรียนนี้เป็นที่นิยมมากเนื่องจาก เป็นสิ่ง ที่กระตุ้นผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ นอกจากนี้เกมการสอน ยังเพิ่มบรรยากาศ ในการเรียนรู้ อีก ด้วย เช่น เกมเติมคำ เกมการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากการเล่นช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ และ ความสนุกสนานไปพร้อมๆ กัน คือ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่วๆ ไปคือ เรื่อง การแข่งขัน แต่ก็เป็นการนำเกมไปสู่การรู้นั่นเอง

(5) การทดสอบ (testing) การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนมักจะต้องการ ทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปด้วย โดยผู้ที่จะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดข้อสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้าง คลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเอง ได้จึงเป็นการทดสอบที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง คอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

(6) การสาธิต (demonstration) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งที่ครูผู้สอนมักนำมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ครูจะเป็น ผู้แสดงให้ผู้เรียนดู เช่น การแสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎี หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จะมีความคล้ายคลึงกัน แต่การใช้คอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่า เพราะว่า

คอมพิวเตอร์ ให้ทั้งเส้นกราฟ ที่สวยงาม อีกทั้งมีสีและเสียงด้วย หรือแม้กระทั่งการสาธิตเกี่ยวกับ การโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ หรือโครงสร้างของอะตอม

(7) การไต่ถาม (inquiry) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถใช้ในการ ค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบให้ข้อมูลข่าวสาร คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียน ต้องการด้วยระบบต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงการกดหมายเลข จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วย สอนแสดงข้อมูลซึ่งตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

(8) การแก้ปัญหา (problem-solving) บทเรียนประเภทนี้เป็นการให้ผู้เรียนฝึก การคิด การตัดสินใจ โดยมีกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์มีการ ให้คะแนนแต่ละข้อ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา

(9) การค้นพบ (discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นพบตัวเองมากที่สุด โดย เสนอปัญหา ให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก และ โปรแกรมจะทำการช่วยเหลือการค้นพบ จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

(10) การรวมวิธีต่างๆ เข้าด้วยกัน (combination) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้การประยุกต์เอาวิธีการหลาย แบบเข้าร่วมกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

ตาราง 2.7 สรุปประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการ	แนวคิดของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน			
	1	2	3	4
แบบการสอนหรือทบทวน (tutorial instruction)	/	/	/	/
แบบการฝึกหัด (drill and practice)	/	/	/	/
แบบการจำลอง (simulation)	/	/	/	/
แบบเกมส์เพื่อการสอน (instructional games)	/	/	/	/
แบบการค้นพบ (discovery)	-	/	-	-
แบบการแก้ปัญหา (problem - solving)	/	-	-	-
แบบทดสอบ (tests)	/	/	/	/
การสาธิต	/	/	-	-

ตาราง 2.7 สรุปประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ต่อ)

รายการ	แนวคิดของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน			
	1	2	3	4
แบบรวมวิธีต่างๆ	/	-	-	-
การโต้ถาม	/	-	-	-

หมายเหตุ 1= บุญเกื้อ ควรวาเวช (2543, หน้า 65-68), 2=กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 245-248), 3=วชิระ วิชชุกรนนท์ (2542, หน้า 4-5), 4=ไชยศ เรื่องสุวรรณ (2546,,หน้า 10-13)

4. ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการสร้างสื่อในด้านจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะการเรียนรายบุคคลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันเราจะพบว่า มีความจำเป็นอย่างมากอย่างไรก็ตาม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เหมือนกับสื่ออื่นๆ คือมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดสามารถสรุปได้หลายประการ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543, หน้า 253-254, ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาธิการสสส, 2541, หน้า 14, อรพรรณ พรสีมา, 2530, หน้า 87-88) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดในการสื่อสารการเรียนรู้ไว้หลายประการดังนี้

(1) ข้อดีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(1.1) คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่

(1.2) การใช้สื่อ ภาพหลายต่างเส้นที่แลดูคล้ายการเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่างๆ

(1.3) ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไป

(1.4) ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน แสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

(1.5) ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ทำให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเข้าสามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่รีบเร่ง โดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด

(1.6) เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิดเนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำเสนอออกมาใช้

(2) ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถึงแม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีคุณค่า และประโยชน์ในการเรียนการสอนตามที่กล่าวมาแล้วก็ตาม แต่ในขณะที่เดียวกันคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็มีข้อจำกัดในด้านการเรียนการสอนอยู่บ้าง พอสรุปได้ดังนี้

(2.1) การออกแบบโปรแกรมเป็นการที่ต้องใช้เวลาและความสามารถ ครูผู้รู้ในแต่ละเนื้อหาวิชาสามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตัวเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงเป็นอุปสรรคและข้อจำกัดต่างๆ อยู่

(2.2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในขั้นสูงๆ ของความรู้ความเข้าใจ (cognitive domain) ทั้งนี้ไม่รวมถึงเจตคติ (affective domain) และด้านทักษะ (psychomotor domain)

(2.3) เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ลดลง บางครั้งผู้เรียนไม่ชอบเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

(2.4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนใช้เวลาในการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือผู้ร่วมชั้นเรียน

(2.5) ผู้เรียนบางประเภทโดยเฉพาะกลุ่มใหญ่ไม่ชอบเรียนตามลำดับขั้น

(2.6) เครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันแม้ราคาถูกลง แต่สิ่งแวดล้อมยังราคาสูง เช่น ห้องเรียน ฐานข้อมูล สถานที่ เป็นต้น

(2.7) ในประเทศไทยความรู้ความสามารถของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจนโปรแกรมที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่างๆ มุ่งไปทางธุรกิจมากกว่าการศึกษา

(2.8) โปรแกรมส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จะอยู่แต่ในกรอบของผู้สร้างที่จัดทำไว้

4.2.9 ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์รวมถึงอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกันและความรู้ความสามารถของ

ผู้ใช้ ไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงกลไกทางการตลาด ทำให้ต้องซื้ออุปกรณ์ในราคาแพงแต่ได้ของที่ไม่ดีคุณภาพ

สรุปได้ว่าข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในด้านต่างๆ นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ยังช่วยบันทึกข้อมูลของผู้เรียน เพื่อนำมาพัฒนาศึกษารายบุคคล ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของแต่ละคนได้เป็นอย่างดี ส่วนข้อจำกัดจะพบว่าสถานที่ใช้ และเครื่องคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีการดูแลรักษาระบบปฏิบัติการที่ดีพอ และต้องใช้เวลาในการสร้างสื่ออนาน ไม่สามารถทำได้ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้และต้องมีการปรับปรุงให้ทันต่อถึงแวดลอมตลอดเวลา

5. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบูรณาการศาสตร์ทั้งหลายเข้าด้วยกัน ตลอดจนหลักการและเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการออกแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นที่ยอมรับทั้งต่างประเทศและในประเทศ ดังนี้

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามแนวคิดของ กาเย่ (Gagne) (อ้างถึงใน บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ และคณะ, 2544, หน้า 45-51) ได้กล่าวถึงหลักและการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

(1) ได้รับความสนใจ (gain attention) ก่อนจะมีการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีการแรงจูงใจ หรือเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มต้นด้วยการภาพ แสง สี เสียง หรือสื่อประกอบการหลายๆ อย่างการสร้างแรงจูงใจขั้นตอนแรกคือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (title) ของบทเรียนนั่นเอง แต่ถ้านำเรื่องดังกล่าวต้องการให้นักเรียน มีปฏิสัมพันธ์และตอบสนองผ่านทางอุปกรณ์การป้อนข้อมูลควรเป็นการตอบสนองแบบง่ายๆ เช่น กดแป้น spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งในการพิจารณาสิ่งเร้าความสนใจผู้เรียนมีดังนี้

(1.1) เลือกใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำดังนี้ โดยพิจารณาดังนี้

(1.1.1) ใช้กราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน

(1.1.2) ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็วเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ

(1.1.3) ควรให้ภาพปรากฏบนจอระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นเพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

(1.1.4) เลือกใช้สีภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

(1.2) ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือการใช้เทคนิคการนำเสนอภาพพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

(1.3) เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

(1.4) เลือกใช้เสียงควรสอดคล้องกับรูปภาพ กราฟิก และมีความเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

(1.5) ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

(2) บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (informing learner of lesson objective) วัตถุประสงค์บทเรียนเป็นส่วนสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียน โดยผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจากจบบทเรียนแล้ว ซึ่งจะ ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และสามารถจำเนื้อหาของบทเรียนได้อีกด้วย ส่วนวัตถุประสงค์ นั้นแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ มักจะใช้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ทำให้สามารถวัดและสังเกตได้ง่าย ต่อการตรวจวัดผู้เรียน แต่สิ่งที่ควรพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนมีดังนี้

(2.1) บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่จะได้รับความอ่านแล้ว โดยทั่วไป

(2.2) หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับของผู้เรียนโดยทั่วไป

(2.3) ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ในแต่ละเนื้อหาเพราะจะทำให้เกิดความสับสน

(2.4) ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อหลังจากจบบทเรียนแล้ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

(2.5) ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนหลายหัวเรื่องควรบอก วัตถุประสงค์ ทั่วไปในบทเรียนหลักและตามด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อย

(2.6) อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอที่ละเอียดก็ได้ แต่ควรคำนึงถึง เวลาการนำเสนอให้เหมาะสม

(2.7) เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิก ง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ตรีกรอบ หรือรูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวที่เป็นตัวหนังสือ

(3) ทบทวนความรู้เดิม (stimulating recall of prior knowledge) การทบทวน ความรู้ เดิมมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะประเมินความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปคือ การทดสอบก่อนเรียน (pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียนหรือทบทวนความรู้เดิม และ เป็นการเตรียมพร้อมความรู้ใหม่ ซึ่งทบทวนความรู้เดิมไม่จำเป็นต้องอยู่ในรูปแบบทดสอบเสมอไป

แต่อาจอยู่ในรูปของการกระตุ้น เช่น ด้านภาพ คำพูด ตัวอักษรหรือผสมผสานตามความเหมาะสม แต่สิ่งที่จะต้องพิจารณามีดังนี้

(3.1) ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือการนำเสนอเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยจะต้องไม่คาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากันหรือไม่

(3.2) แบบทดสอบควรมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น ไม่ใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด

(3.3) การทบทวนเนื้อหาบทเรียนหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

(3.4) ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจากกการทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

(3.5) ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนจะต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา โดยอาจใช้ภาพประกอบเพื่อความน่าสนใจยิ่งขึ้น

(4) นำเสนอความรู้และเนื้อหาใหม่ (presenting stimuli with distinctive features) เป็นการนำเสนอด้วยภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบด้วยคำอธิบายสั้นๆ ง่ายๆ แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้เข้าใจง่ายขึ้น และมีความจำที่ทนกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว ภาพนั้นอาจเป็น 2 มิติหรือ 3 มิติ ได้แก่ภาพจากความจริง แผนภูมิ กราฟ ส่วนที่เคลื่อนไหว ได้แก่ภาพจากวีดิทัศน์ กล้องถ่ายภาพ และจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น การเลือกภาพควรมีหลักในการพิจารณาดังนี้

(4.1) เลือกใช้ประกอบภาพเนื้อหาให้มากที่สุดโดยเฉพาะในส่วนที่สำคัญ

(4.2) เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหวสำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

(4.3) เลือกใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบแทนการใช้คำอธิบาย

(4.4) การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นข้อความสำคัญ อาจใช้การตีกรอบ จดเส้นใต้ การกระพริบ เปลี่ยนสี เป็นต้น

(4.5) ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยากและไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

(4.6) จัดรูปแบบของคำอธิบายให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาวให้แบ่งเป็นกลุ่ม

(4.7) คำอธิบายใช้ความกระชับและเข้าใจง่าย

(4.8) ถ้าหากเครื่องพิมพ์ชำรุดใช้กราฟิกที่จำเป็น

(4.9) ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปมาแต่ละเฟรม

(4.10) คำที่ใช้ควรเป็นคำที่คุ้นเคยและเข้าใจความหมายตรงกัน

(4.11) ขณะที่น่าเสนอเนื้อหาใหม่ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับ

บทเรียนบ้างเช่นการคลิกเมาส์ การพิมพ์ตอบคำถาม

(5) ชี้นำแนวทาง (guide learning) ตามหลักการและเงื่อนไขของการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดีหากมีการจัดระบบการสอนที่ดีและสัมพันธ์กับความรู้อื่นของผู้เรียน ดังนั้นผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องพยายามค้นหาเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ ได้แก่ เทคนิคการใช้ตัวอย่าง (example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (non-example) อาจช่วยให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจโมติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น เนื้อหาบางเนื้อหาอาจใช้วิธีการค้น (guide discovery) หมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนค้นหาเหตุผล ค้นคว้า วิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งจัดการเรียนรู้ควรยึดแนวทาง ดังนี้

(5.1) บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาการเรียนรู้ ช่วยเห็นว่าสิ่งนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

(5.2) ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่ กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

(5.3) นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่าง เพื่อเป็นการช่วยอธิบายความคิดรวมยอดใหม่ ชัดเจนยิ่งขึ้น

(5.4) นำเสนอตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพพลาสติกไม้ และยาง แล้วให้บอกว่าสิ่งใดไม่ใช่โลหะ

(5.5) การนำเสนอเนื้อหาที่ยากควรเป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม

(5.6) บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้ และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมาแล้ว

(6) กระตุ้นผู้เรียนแสดงความเร็ว (eliciting performance) การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อย หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมทำกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถาม และการตอบ ย่อมจะเข้าใจและเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนโดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม การโต้ตอบกับเครื่อง จะทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกลำบากหน่ายเพราะมีส่วนร่วมในการคิด ส่งผลให้ผู้เรียนมีความจำดีขึ้น ขั้นตอนการกระตุ้น การตอบสนอง มีหลักเกณฑ์ดังนี้

(6.1) พยายามให้ผู้เรียน ได้ตอบสนองด้วยวิธีการใดวิธีหนึ่ง ตลอดการเรียน
บทเรียน

(6.2) ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความ
สนใจตามความเหมาะสม

(6.3) ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป

(6.4) ถามคำถามเป็นช่วงๆตามความเหมาะสม

(6.5) ระวังความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม

(6.6) ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆคำถาม หรือคำถามเดียวตอบได้หลายคำตอบ

(6.7) หลีกเลี่ยงคำถามซ้ำๆ หลายครั้ง เมื่อผู้เรียนทำผิดครั้งหรือสองครั้ง ก็ควร
ให้ผลป้อนกลับ และเปลี่ยนไปทำกิจกรรมอื่น

(6.8) การตอบสนองมีความผิดพลาดบ้างเนื่องจากความเข้าใจผิด เช่นพิมพ์ ตัว I
เป็น 1 ควรมีการอนุโลม

(6.9) ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนไว้บนกรอบเดียวกับคำถาม และ
การให้ผลป้อนกลับควรอยู่บนกรอบเดียวกัน

(6.10) ควรหาวิธีตอบสนองที่เหมาะสม และมีความน่าสนใจแตกต่างกัน
โดยเฉพาะบทเรียนสำหรับเด็ก

(7) ให้ข้อมูลป้อนกลับ (providing informative feedback) การให้ผลป้อนกลับ
เป็นภาพเพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน การโต้ตอบจากการคำถามของผู้เรียนในบทเรียน
คอมพิวเตอร์ว่าตอบถูกหรือตอบผิด เพราะเหตุใด หรือขณะนี้ยังอยู่ห่างจากเป้าหมายเพียงใดจะเป็น
การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความพยายามที่จะไปถึงเป้าหมาย ควรมีหลักการให้ข้อมูลย้อนกลับดังนี้

(7.1) ให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีที่ผู้เรียนมีการตอบสนอง

(7.2) บอกให้ผู้เรียนว่าตอบถูก หรือตอบผิด

(7.3) แสดงคำถาม คำตอบและผลป้อนกลับบนเฟรมเดียวกัน

(7.4) ใช้ภาพเรียบง่าย และเกี่ยวข้องกับเนื้อหา

(7.5) หลีกเลี่ยงผลทางภาพ (visual effect) หรือให้ผลป้อนกลับที่ตื่นตา
หากผู้เรียนทำผิด

(7.6) อาจใช้ภาพหรือกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากไม่สามารถหาภาพที่
มีความเกี่ยวข้องได้

(7.7) ใช้เสียงสูงสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และเสียงต่ำหรือไม่ใช้เลยถ้าตอบผิด

ครั้ง

(7.8) ในช่วงของการเรียนรู้ ควรเฉลยคำตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง

(7.9) ใช้การให้คะแนน หรือภาพเพื่อบอกความใกล้เคียง ตามเป้าหมาย

(8) ทดสอบความรู้ใหม่ (accessing performance) การทดสอบความรู้ใหม่ เป็นการประเมินว่าตัวผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมีระดับความรู้ขั้นใด ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างเรียน และการทดสอบท้ายบทเรียน การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการทดสอบเก็บคะแนนก็ได้ เพื่อวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ที่จะศึกษาในบทต่อไปหรือไม่ สิ่งที่ต้องคำนึงการทดสอบความรู้ใหม่มีดังนี้

(8.1) ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดตรงกับวัตถุประสงค์

(8.2) ข้อสอบ คำตอบ และผลป้อนกลับควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว

(8.3) ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่ยาวเกินไป

(8.4) ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม หากมากกว่า 1 คำถามให้แยก เป็นหลายๆ คำถาม

(8.5) แนะนำการตอบคำถามเช่น ถ้ากด T คือตอบถูก หรือกด F ถ้าตอบผิด

(8.6) แนะนำผู้เรียนว่ามีตัวอย่างอื่นด้วยเช่น (Help option) หมายถึง อธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

(8.7) คำนึงถึงความถูกต้องแม่นยำและความน่าเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

(8.8) ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน

(8.9) ไม่ควรทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว

(8.10) ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าพิมพ์ผิดพลาด หรือเว้นบรรทัด

(8.11) ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการทดสอบให้คล้ายจริงมากที่สุด

(9) การจำและการนำไปใช้ (enhancing retention and learning transfer) ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายจะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียนมีหลักการดังนี้

(9.1) ให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร

(9.2) ทบทวนแนวคิดสำคัญเพื่อเป็นการสรุป

(9.3) เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์

(9.4) บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2539, หน้า 11-14) ได้กล่าวถึงการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียน ดังนี้

(1) ใช้สีช่วยกระตุ้นให้เตะตาค่อก่อน โดยกำหนดคู่สีไว้ทั้งหมด 36 คู่ จากการศึกษา พบว่าจำนวนสีที่ใช้เป็นอักษรบนคอมพิวเตอร์ไม่ควรมากกว่า 3 สี เพื่อลดการสับสนสีที่พอดีคือ 2 สี บนหนึ่งจอและถ้าจะใช้สีเป็นเครื่องชี้นำบอกหัวข้อต่างๆ (highlighting) ควรใช้สีที่อ่อนกว่าหรือเข้มกว่า เพื่อสังเกตเห็นได้เมื่อมีการเคลื่อนย้ายแถบสีนั้นจากผลการวิจัยความชอบของสีบนจอคอมพิวเตอร์ ลำดับความชอบของสีระหว่างตัวอักษร และฉากหลัง หรือสีพื้นบนจอคอมพิวเตอร์ 10 อันดับแรกได้แก่

อันดับ 1 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน

อันดับ 2 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีดำ

อันดับ 3 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีดำ

อันดับ 4 ตัวอักษรสีเขียวบนพื้นสีดำ

อันดับ 5 ตัวอักษรสีดำบนพื้นสีเหลือง

อันดับ 6 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีเขียว

อันดับ 7 ตัวอักษรสีน้ำเงินบนพื้นสีดำ

อันดับ 8 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีน้ำเงิน

อันดับ 9 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีม่วง

อันดับ 10 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีเขียว

(2) ใช้ขนาดตัวอักษรที่ใหญ่กว่าปกติเป็นตัวกระตุ้น

(3) ใช้รูปเป็นตัวกระตุ้น(ควรเป็นภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหา)

(4) ใช้ภาพเคลื่อนไหวเป็นตัวกระตุ้น

(5) ใช้เทคนิคพิเศษต่างๆ เกี่ยวกับการเห็น เช่น การใช้การกระพริบ การกลับภาพ การซูมภาพเข้า-ออก การวาดภาพ การซ้อนภาพ การใช้ภาพ 3 มิติ

(6) ใช้เสียงประกอบในลักษณะต่างๆ

(7) ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เป็นตัวช่วยชี้แนะ (prompt) เช่น ใช้ลูกศร การใช้เส้นนำสายตา การใช้สัญลักษณ์แทนตัวอักษร

(8) การเร้าความสนใจควรเป็นขั้นตอนสั้นๆ เรียบง่าย ไม่ควรเยิ่นเย้อ

สรุปได้ว่า จากแนวความคิดข้างต้นสามารถนำมาใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ เนื่องจากทั้ง 2 แนวทางมีความเหมาะสมกับการจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างครบถ้วน

6. ข้อควรคำนึงถึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Hanna fine and Peck, 1988 อ้างถึงใน บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 71-74, นที ศรีมะกล้า, 2546, หน้า 30-31) ได้เสนอข้อคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 12 ประการ ดังนี้

(1) สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนจากบทเรียนนั้นมีความรู้และทักษะตลอดจนทัศนคติที่ผู้สอนตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถประเมินผลความรู้ด้วยตนเองว่าบรรลุจุดประสงค์ในแต่ละข้อหรือไม่

(2) บทเรียนที่ดีควรมีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน ในการสร้างบทเรียนจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถมากน้อยแค่ไหน

(3) บทเรียนที่ดีต้องปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนมากที่สุด

(4) บทเรียนที่ดีควรมีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล ผู้เรียนสามารถเลือกหัวข้อใดก่อนก็ได้ที่ตนเองมีความสนใจที่จะเรียนรู้

(5) บทเรียนที่ดีต้องคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน ควรมีลักษณะเร้าความสนใจผู้เรียนได้ตลอดเวลา

(6) บทเรียนที่ดีต้องสร้างความรู้สึกรักสนุกให้กับผู้เรียน และควรให้ผู้เรียนเกิดความเพลิดเพลิน

(7) การจัดทำบทเรียนควรแสดงผลป้อนกลับไปยังผู้เรียนให้มากๆ โดยเฉพาะผลในทางบวก

(8) บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน บทเรียนต้องปรับให้ง่ายต่อการเรียน เหมาะกับการจัดตารางเวลาเรียน สถานที่ติดตั้งเครื่องมีความเหมาะสม ควรมีเสียงดนตรีประกอบเพื่อการดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

(9) บทเรียนที่ดีควรมีวิธีการประเมินผลการเรียน การปฏิบัติงานของผู้เรียนอย่างเหมาะสม ควรเลี้ยงคำถามที่ไร้ความหมาย และคลุมเครือ

(10) บทเรียนควรใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ ไม่ควรเสนอในรูปแบบของตัวอักษรเพียงอย่างเดียว แต่ควรเสนอด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบกันไปด้วย

(11) บทเรียนที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของการออกแบบการสอนให้คล้ายๆ กับผลิตสื่อชนิดอื่นๆ เช่น การออกแบบบทเรียนต้องประกอบไปด้วยวัตถุประสงค์ การจัดลำดับขั้นตอนการสอน มีการวัดผลและการแสดงผลย้อนกลับ มีแบบฝึกหัดเพียงพอและให้มีการประเมินขั้นสุดท้าย เป็นต้น

(12) บทเรียนที่ดีควรมีการประเมินผลทุกแง่มุม เช่น การประเมินคุณภาพของผู้เรียน ประสิทธิภาพของบทเรียน ความสวยงามตรงประเด็นและตรงกับทัศนคติของผู้เรียน เป็นต้น นอกจากนี้รูปแบบ และวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีนั้น ควรคำนึงถึงองค์ประกอบในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

(12.1) เนื้อหาวิชาที่สร้างจะต้องมีความเหมาะสม ทันสมัย และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในปัจจุบัน

(12.2) ไม่ควรสร้างบทเรียนซ้ำกับผู้อื่น

(12.3) บทเรียนที่สร้างขึ้นต้องคุ้มกับเวลาและเงินทุน

(12.4) ควรมีผู้เรียนหรือผู้ใช้จำนวนมากพอ

(12.5) การสร้างบทเรียนควรสร้างให้ทันตามเวลาที่กำหนด

(12.6) การวัดผลเกิดต่อเนื่องหรือไม่อย่างไร

(12.7) การเลือกรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและกลุ่มเป้าหมาย

(12.8) ผู้สร้างบทเรียนควรมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะการออกแบบและสร้างบทเรียน

(12.9) ส่วนประกอบในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีการวางแผน โดยคำนึงถึงส่วนประกอบที่สำคัญในการจัดทำดังนี้

(12.9.1) บทนำเรื่อง (title) เป็นส่วนแรกของบทเรียนช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากติดตาม

(12.9.2) คำชี้แจงบทเรียน (instruction) ส่วนนี้จะอธิบายเกี่ยวกับการใช้บทเรียน

(12.9.3) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน (objective) แนะนำอธิบายความคาดหวังของบทเรียน

(12.9.4) รายการเมนูหลัก (main menu) แสดงหัวข้อย่อยที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษา

(12.9.5) แบบทดสอบก่อนเรียน (pre-test) เป็นส่วนประเมินความรู้
ขั้นต้นของผู้เรียน เพื่อดูว่ามีความรู้พื้นฐานอยู่ในระดับใด

(12.9.6) เนื้อหาบทเรียน (information) เป็นส่วนที่สำคัญของบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการนำเสนอเนื้อหาที่จะนำเสนอ

(12.9.7) แบบฝึกหัดระหว่างเรียนเป็นการทดสอบความรู้ในแต่ละหน่วยที่
ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว

(12.9.8) แบบทดสอบท้าย (post test) ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

(12.9.9) บทสรุปและการนำไปใช้ (summary-application) เป็นส่วน
สรุปของบทเรียนในประเด็นต่างๆ

7. องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสอนโดยทั่วไปมีองค์ประกอบและลักษณะที่
คล้ายกัน คือประกอบไปด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการเชื่อมโยงแบบ
ปฏิสัมพันธ์ ซึ่งมีผู้ที่เสนอองค์ประกอบไว้ ดังนี้

ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา (2541, หน้า 13-14) กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า
271-272) และวุฒิชัย ประสารสอย (2543, หน้า 17) ได้เสนอองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน สรุปได้ดังนี้

(1) ข้อความ (text) อาจเป็นตัวอักษร ตัวเลข หรือเครื่องหมายเว้นวรรคที่มีแบบ
(style) หลากหลายมีความแตกต่างทั้งตัวพิมพ์ ขนาด และสี รูปแบบของตัวอักษรแต่ละแบบยัง
สามารถส่งเสริม หรือเป็นข้อจำกัดในการแสดง ข้อความได้ ดังนั้นการนำเสนอเนื้อหาจึงสามารถยึด
ติดกับรูปแบบของตัวอักษรใดๆ เพราะตัวอักษรแบบหนึ่งอาจเหมาะสมในการเป็นหัวเรื่องในขณะที่
แบบหนึ่งสามารถใช้อธิบาย เนื้อหาได้อย่างดี เพราะมีความชัดเจน อ่านง่ายไม่ต้องใช้สายตามาก
ส่วนขนาดของตัวอักษรจะสามารถเลือกใช้เพื่อเขียนหัวเรื่องและเนื้อหาให้มองเห็นได้อย่างชัดเจน
พอดี

(2) ภาพนิ่ง (still picture) ภาพ หรือ ภาพนิ่งนี้อาจ หมายถึงภาพถ่าย และ
ภาพลายเส้น ซึ่งภาพนิ่งอาจมีสีดำ หรือสีอื่นๆ ก็ได้ อาจเป็นภาพ 2 มิติ หรือ 3 มิติ โดยขึ้นอยู่กับ
ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ ส่วนขนาดของภาพนิ่งก็อาจมีขนาดใหญ่เต็มจอหรือมี
ขนาดเล็กกว่านั้น ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมี ภาพนิ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญเพราะ
มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากการรับรู้ด้วยภาพในซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยประหยัดเวลา และไม่
จำเป็นต้องฝึกฝนตนเองให้ชำนาญเท่ากับช่างศิลป์ เนื่องจากรูปพื้นฐานการแก้ไขรูปภาพ เคลื่อนย้าย

ภาพ และสำเนาภาพได้ แต่ข้อจำกัดประการหนึ่งคือ ภาพนิ่งจะใช้หน่วยความจำมากกว่าข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหลายเท่า

(3) ภาพเคลื่อนไหว (animated picture) ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในเรื่องการเคลื่อนที่ และเคลื่อนไหวที่ไม่สามารถอธิบายด้วยตัวอักษร หรือเพียงภาพไม่ก็ภาพ ภาพเคลื่อนไหวมีคุณลักษณะเด่นที่เร้าความสนใจของผู้เรียนได้ ทั้งการเคลื่อนไหว (animation) ที่เปลี่ยนตำแหน่งและรูปทรงของภาพและการเคลื่อนที่ (moving) ที่เปลี่ยนเฉพาะตำแหน่งหน้าจอภาพ แต่ไม่ได้เปลี่ยนรูปทรงของภาพ

(4) เสียง (sound) เสียงที่เราใช้กับคอมพิวเตอร์มี 3 ชนิด คือเสียงพูด (voice) เสียงดนตรี (music) และเสียงประกอบ (sound effect) เสียงพูดอาจเป็นเสียงบรรยาย หรือเสียงจากบทสนทนาที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสียงดนตรีจะเป็นทำนองของเสียงเครื่องดนตรีต่างๆ และเสียงประกอบก็คือเสียงพิเศษที่เพิ่มเติมเข้ามา เช่น เสียงรถยนต์ เสียงร้องของแมว เป็นต้น

(5) การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (interactive links) คือการรับรู้ข้อมูลเพิ่มเติม เป็นตัวอักษร โดยใช้โปรแกรมเชื่อมโยงที่เรียกว่าไฮเปอร์มีเดีย (hypermedia) ส่วนโปรแกรมที่เชื่อมโยงที่เรียกว่าไฮเปอร์กราฟิก (hyper graphics) จะให้ข้อมูลคำอธิบายเพิ่มด้วยภาพ วิธีการเช่นนี้ผู้เรียนจะใช้ (mouse) ซึ่งแล้วคลิก (click) ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของหน้าจอภาพ เช่นที่ภาพปุ่ม ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือบนตัวอักษร ข้อมูลเพิ่มเติมก็จะปรากฏให้เห็น นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ยังมีลักษณะเด่นที่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อตอบสนองหรือปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้ทันที แต่ผู้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมควรพิจารณาให้โอกาสผู้เรียนในการตอบผิดซ้ำๆ อย่างเหมาะสม การให้โอกาสผิดซ้ำๆ มากเกินไปจะทำให้ผู้เรียนขาดแรงจูงใจส่วนการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเสริมแรงผู้เรียน อาจทำได้โดยใช้คำกล่าวชมเมื่อผู้เรียนเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่ควรอยู่ในระดับเหมาะสมเช่นกัน

(6) ส่วนต่อประสาน คือการนำเอาข้อมูลต่างๆ มารวมกันสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรมสื่อประสมหรือเพื่อให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับข้อมูลเหล่านั้นได้

(7) ดิจิตอลวิดีโอ (digital video) ใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของภาพเหตุการณ์ที่ต่อเนื่อง เช่น ภาพที่สร้างขึ้นให้สามารถเคลื่อนไหวได้

ตารางที่ 2.8 แสดงสรุปองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ที่	รายการ	แนวคิดองค์ประกอบบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน		
		1	2	3
1	ข้อความ (text)	/	/	/
2	ภาพนิ่ง (still picture)	/	/	/
3	ภาพเคลื่อนไหว (animated picture)	/	/	/
4	เสียง (sound)	/	/	/
5	การเชื่อมโยงปฏิสัมพันธ์ (interactive links)	/	/	-
6	การต่อประสาน	-	/	-
7	ดิจิทัล (digital video)	-	-	/

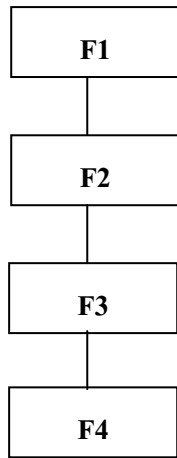
หมายเหตุ 1 = ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา (2541, หน้า 13-14) 2 = กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 271-272) 3 = วุฒิชัย ประสารสอย (2543, หน้า 17)

อาจสรุปได้ว่าองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นจะประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์เพื่อให้บทเรียนมีประสิทธิภาพที่สมบูรณ์แบบมากที่สุด

8. ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

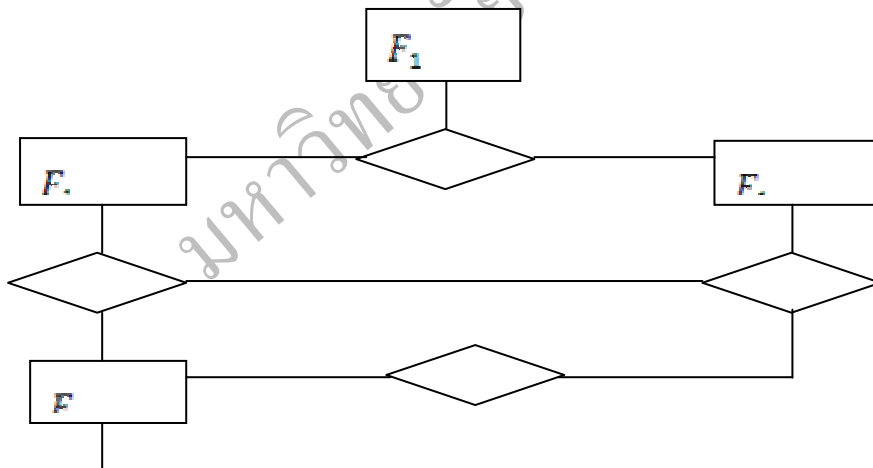
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะการนำเสนอบทเรียนหลายแบบโดย กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 171) บุรณะ สมชัย (2538, หน้า 26) และบุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 46-49) ได้แบ่งลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ประยุกต์มาจากบทเรียนโปรแกรมของ สกินเนอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียน ซึ่งมีลักษณะดังนี้

(1) แบบเชิงเส้น (linear programming) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ละหน่วยตามลำดับข้ามหน่วยไม่ได้ตามภาพประกอบ



ภาพที่ 2.1 รูปแบบบทเรียนแบบเชิงเส้น

(2) แบบไม่เชิงเส้น (branching programming) เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่จัดไว้ตามระดับความสามารถของตนเองได้ ดังภาพประกอบ



ภาพที่ 2.2 รูปแบบบทเรียนแบบไม่เชิงเส้น

อาจกล่าวสรุปได้ว่า ลักษณะการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 2 รูปแบบ คือ 1) แบบเชิงเส้น และ 2) แบบไม่เชิงเส้น ซึ่งแต่ละรูปแบบนั้นก็มีความหมายแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าจะนำรูปแบบใด ไปใช้ในการออกแบบบทเรียนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน

9. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การเรียนการสอนที่จะทำให้ให้นักเรียนประสบความสำเร็จมากน้อยแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น ระดับสติปัญญา ความยากง่ายของบทเรียน สื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน สภาพแวดล้อม แต่ปัจจัยหลักที่สำคัญอย่างยิ่งในการเรียนรู้ คือ ครูผู้สอน ซึ่งครูผู้สอนที่ดีจำเป็นต้องรู้ความเข้าใจหลักการและหลักทฤษฎีที่จะนำไปใช้ในการดำเนินการสอนของตน ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ดังนี้

Gagne (1981, p. 19-20) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ไว้ 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- (1) การจูงใจ (motivation Phase) เป็นการคาดหวังของผู้เรียนเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้
- (2) การรับรู้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (apprehending Phase) ผู้เรียนจะรับรู้สิ่งที่สอดคล้องกับความตั้งใจ
- (3) การปรุแต่งสิ่งที่รับรู้ไว้เป็นความจำ (acquisition phase) เพื่อให้เกิดความจำระยะสั้นและระยะยาว
- (4) ความสามารถในการจำ (retention phase) เพื่อสร้างระบบการจดจำให้มีความแม่นยำ
- (5) ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (recall phase) สร้างเป็นระบบที่สามารถเรียกสิ่งที่เรียนรู้แล้วกลับมาใช้
- (6) การนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว (generalization phase) เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- (7) การแสดงออกพฤติกรรมที่เรียนรู้ (performance phase) เป็นการกระทำสิ่งที่นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแสดงออกในทางที่ตอบสนองต่อพฤติกรรม
- (8) การแสดงผลการเรียนรู้กลับไปยังผู้เรียน (feedback phase) ผู้เรียนจะทราบถึงผลการกระทำที่รวดเร็วและจะทำให้เกิดผลดีและมีประสิทธิภาพสูง

9.1 องค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ จากแนวคิดของ Gagne คือ

- 9.1.1 ผู้เรียน (learner) มีระบบสัมผัสและระบบประสาทในการเรียนรู้
- 9.1.2 สิ่งเร้า (stimulus) คือสถานการณ์ต่างๆที่เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
- 9.1.3 การตอบสนอง (response) คือ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นการเรียนรู้

9.2 การสอนด้วยสื่อตามแนวคิดของ Gagne

9.2.1 ได้รับความสนใจ มีโปรแกรมที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เช่น การใช้ การ์ตูนกราฟิกที่ดึงดูดสายตา ความยากที่เห็นจะเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจบทเรียน

9.2.2 บอกวัตถุประสงค์ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ทราบว่าบทเรียนเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร

9.2.3 กระตุ้นความจำผู้เรียน เพื่อสร้างความสัมพันธ์ในการโยงข้อมูลกับความรู้ที่มีอยู่ก่อนเพราะสิ่งนี้ทำให้เกิดความทรงจำระยะยาวได้ เมื่อได้โยงถึงประสบการณ์ผู้เรียน โดยการตั้งคำถามเกี่ยวกับแนวคิดเนื้อหานั้นๆ

9.2.4 เสนอเนื้อหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการอธิบายเนื้อหาให้กับผู้เรียน โดยใช้สื่อชนิดต่างๆ ในรูปกราฟิกหรือเสียงหรือวิดีโอ

9.2.5 การยกตัวอย่าง สามารถยกได้โดยยกกรณีศึกษา การเปรียบเทียบเทียบ เพื่อให้เข้าใจได้ทราบซึ่งยิ่งขึ้น

9.2.6 การฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดทักษะหรือ พฤติกรรมเป็นการวัดความเข้าใจว่าผู้เรียนได้เรียนถูกต้อง เพื่อให้เกิดการอธิบายซ้ำเมื่อรับสิ่งที่ผิด

9.2.7 การให้คำแนะนำเพิ่มเติม เช่น การทำแบบฝึกหัด โดยมีคำแนะนำ

9.2.8 การสอบ เพื่อวัดระดับความเข้าใจ

9.2.9 การนำไปใช้กับงานที่ทำงานในการทำสื่อควรมีเนื้อหาเพิ่มเติมหรือหัวข้อต่างๆที่ควรรู้เพิ่มเติม

9.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม

การเรียนการสอนที่ประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพนั้นผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนแน่นอน และจัดกิจกรรมการเรียนรวมทั้งวัดประเมินผลได้ถูกต้อง บลูมได้แบ่งประเภทของพฤติกรรม โดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาพื้นฐานว่า มนุษย์จะเกิดการเรียนรู้ใน 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญา ด้านร่างกาย และด้านจิตใจ และนำหลักการนี้จำแนกเป็นจุดมุ่งหมายการศึกษาเรียกว่า Taxonomy of Educational objectives (อติญาน์ ศรีเกษตริน, 2543, หน้า 72-74 อ้างถึงใน บุญชม ศรีสะอาด, 2537, หน้า 18)

(1) ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นจุดประสงค์ด้านเชาว์ปัญญา หรือด้านความรู้ ความคิด ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถที่ซับซ้อนจากน้อยไปหามากดังนี้

(1.1) ความรู้ (knowledge) เป็นความสามารถในการจำแนกประสบการณ์ต่างๆและระลึกเรื่องราวต่างๆออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ

(1.2) ความเข้าใจ (comprehension) เป็นความสามารถบ่งบอกใจความสำคัญของเรื่องราวโดยการแปลความหลัก ตีความได้ สรุปใจความสำคัญได้

(1.3) การนำความรู้ไปประยุกต์ (application) เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีดำเนินการต่างๆ ของเรื่องที่ได้รู้มา นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้

(1.4) การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้อย่างชัดเจน

(1.5) การสังเคราะห์ (synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องเดียวกัน โดยปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้น

(1.6) การประเมินค่า (evaluation) เป็นความสามารถวินิจฉัยหรือตัดสินกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป การประเมินเกี่ยวข้องกับการใช้เกณฑ์คือ มาตรฐานในการวัด

(2) ด้านจิตพิสัย (affective domain) เป็นจุดประสงค์ด้านความรู้สึก ได้แก่ ความสนใจ ค่านิยม คุณค่า มีขั้นตอนของพฤติกรรมตามลำดับขั้นดังนี้

(2.1) การรับรู้ (receiving of attending) เป็นการที่ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากสภาพแวดล้อม เช่น คน สิ่งของ ผลงาน ข้อมูล หรืออะไรก็ตาม แล้วสังเกตการเรียนรู้และเข้าใจถึงสิ่งนั้นได้ การรับรู้จะมี 3 ขั้น คือความตระหนัก ความเต็มใจ ที่จะรับรู้และการควบคุมหรือเลือกให้ความสนใจ

(2.2) การตอบสนอง (responding) เป็นปฏิกิริยาที่ผู้เรียนมีต่อสิ่งเร้าโดยมีพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับคือ การยอมรับการตอบสนอง ความเต็มใจที่ตอบสนองและพอใจในการตอบสนอง

(2.3) การสร้างคุณค่า (value) เป็นการสร้างคุณค่าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยมีพฤติกรรมดังนี้คือ การยอมรับคุณค่า การนิยมนคุณค่า และการผูกพันในคุณค่า

(2.4) การจัดระบบคุณค่า (organization) เป็นการที่ผู้เรียนจะต้องมีการพิจารณาและรวบรวมคุณค่าภายหลังจากที่ผู้เรียนได้สร้างค่านิยมย่อยๆ เกี่ยวกับสิ่งเร้าต่างๆ แล้วซึ่งการจัดคุณค่าเป็นระบบแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ การมโนภาพเกี่ยวกับคุณค่าเหล่านั้น และการจัดระบบคุณค่าเหล่านั้นให้เป็นระเบียบ

(2.5) การสร้างลักษณะนิสัย (characterization) ในขั้นตอนนี้ ความคิด ความรู้สึกและค่านิยมที่เกิดขึ้นมาในระดับก่อนหน้านี้ จะกลายมาเป็นความประพฤติ คุณสมบัติ คุณลักษณะของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้ทางด้านจิตพิสัยที่สูงสุดพฤติกรรมที่แสดงออกในระดับนี้ได้แก่การมีหลักยึดในการตัดสินใจหรือพิจารณาสิ่งต่างๆ และการแสดงลักษณะนิสัย และคุณสมบัติของแต่ละบุคคล

(3) ทักษะพิสัย (psychomotor domain) เป็นการกระทำที่ใช้ความสามารถที่แสดงออกทางกาย ซึ่งแบ่งระดับพฤติกรรมทางด้านการปฏิบัติตามระดับความซับซ้อนของการกระทำ 5 ระดับ คือ

(3.1) การรับรู้ (perception) เป็นการรับรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการเรียนอย่างชัดเจน สอดคล้องสัมพันธ์กับการปฏิบัติการเรียนของเขา

(3.2) ความพร้อมในการปฏิบัติ (set) เป็นความพร้อมในการกระทำหรือประสบการณ์เฉพาะทั้งด้านร่างกาย ความคิด และอารมณ์

(3.3) การตอบสนองตามคำแนะนำ (guided response) ผู้เรียนจะตอบสนองหรือแสดงพฤติกรรมยอมรับออกมาภายหลังได้รับคำแนะนำ

(3.4) การปฏิบัติได้ (mechanism) ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้จริง

(3.5) การตอบสนองต่อสิ่งซับซ้อน (complex overt response) ผู้เรียนสามารถกระทำหรือปฏิบัติในสิ่งที่ซับซ้อนได้โดยปราศจากความลังเลสับสน

10. ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ปรากฏว่าเป็นที่ยอมรับกันในวงการการศึกษาเป็นอย่างมาก เพราะคอมพิวเตอร์มีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการ ดังนี้ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้ Hall (1982, p. 362), วารินทร์ รัศมีพรหม (2531, หน้า 192-193)

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 253-254) และบุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 68-69) กล่าวว่า

(1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่

(2) การใช้สี ภาพ ลายเส้นที่เคลื่อนย้ายการเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่างๆ

(3) ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้

(4) ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

(5) ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียนเป็นการช่วยให้ผู้ที่เรียนซ้ำ สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวก อย่างไม่รีบเร่ง โดยไม่ต้องถามผู้อื่น และไม่ต้องอายเพื่อน เมื่อตอบผิด

(6) เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำเอามาใช้

(7) ช่วยฝึกผู้เรียนให้คิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องแก้ปัญหาตลอดเวลา

จากประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนข้างต้นที่นักการศึกษาได้กล่าวมานั้นพอสรุปได้ว่า เราสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ 1) สอนเสริมนอกเวลา 2) ทบทวนเนื้อหาต่างๆ ผู้เรียน เรียนไม่ทัน 3) สามารถใช้สอนแทนครูที่ขาดแคลนได้ 4) สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากความสามารถในการแสดงเนื้อหา ข้อมูล ผลลัพธ์ ในรูปแบบมัลติมีเดีย 5) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพของตนเอง 6) ทำให้การเรียนรู้ไม่มีความแตกต่างในแต่ละบุคคล สามารถเรียนซ้ำในหลายๆ ครั้งได้

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

ปัจจุบัน โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอย่างหลากหลายที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนซึ่งแต่ละโปรแกรมก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้โปรแกรมหลายๆ โปรแกรมเพื่อความสวยงาม และความน่าสนใจ โปรแกรมเหล่านี้เป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. โปรแกรม Flash Animation ความสามารถทั่วไปของโปรแกรม Flash มีดังนี้

1.1 ตกแต่งภาพนิ่งทั้งแบบ Vector และ Bitmap

1.2 สร้างภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

1.3 สามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบปฏิสัมพันธ์ที่ผู้ใช้สามารถควบคุมได้

1.4 ขนาดไฟล์ไม่ใหญ่มาก เมื่อเทียบกับไฟล์อื่นที่แสดงผล ในระดับคุณภาพเดียวกัน

1.5 สามารถแสดงผลด้านเสียงและเป็นเสียงที่ควบคุมได้

1.6 มี action script ซึ่งเสมือนหนึ่งเป็นโปรแกรมภาษาอยู่ในตัว สามารถพัฒนางานได้ตามความต้องการอันหลากหลายอย่างไม่จำกัด

1.7 สามารถบันทึกไฟล์ให้ประมวลผลตัวเองได้ (*.exe)

1.8 ผลงานที่สร้างขึ้นสามารถทำงานร่วมกับไฟล์ HTML และแสดงผลได้โดยตรงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (พันธจันทร์ ธนวิวัฒน์เสถียร, 2549, หน้า 1-2)

2. โปรแกรม Dreamweaver เป็นอีกโปรแกรมหนึ่งที่มีความสามารถในการออกแบบสร้างเว็บเพจ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว สร้างการโต้ตอบ จนกระทั่งนำเสนอผลงานในรูปแบบมัลติมีเดีย และนอกจากนี้ยังสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมอื่นๆ เช่น Flash Photoshop เป็นต้น นอกจากนี้โปรแกรม Dreamweaver ยังมีความสามารถของโปรแกรมดังนี้

- 2.1 ใช้งานง่าย เมนูคำสั่งและแถบเครื่องมือต่างๆ สามารถใช้งานได้สะดวก
- 2.2 สามารถนำภาพมาประกอบการทำงานได้
- 2.3 รูปแบบโปรแกรมมีการปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ
- 2.4 สามารถสร้างเว็บเพจ และการอัปโหลดเว็บไซต์ได้ (สัจจะ จรัสรุ่งรวีวรรณ, 2548,

หน้า 13)

3. โปรแกรม Photoshop เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างและตกแต่งที่มีชื่อเสียงและได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ซึ่งโปรแกรมมีคุณสมบัติดังนี้

- 3.1 การแก้ไขภาพถ่ายที่บกพร่องหรือมีตำหนิ เช่น การปรับสีที่เพี้ยน การปรับแสงเงาที่สว่างหรือมืดเกินไป
- 3.2 ตกแต่งภาพ เช่น การตัดส่วนที่ไม่ต้องการออกไป การปรับความคมชัด การปรับภาพให้เบลอ เป็นต้น
- 3.3 การตัดแปลง หรือการตัดต่อ จากภาพเก่าให้เป็นใหม่ หรือใหม่ให้เป็นเก่า อ้วน-ผอม
- 3.4 การสร้างภาพกราฟิกซึ่งผสมผสานระหว่างภาพถ่าย ข้อความและภาพ วัตถุ การทำปกหนังสือ หรือนิตยสาร เป็นต้น
- 3.5 การสร้างองค์ประกอบที่ใช้กับเว็บเพจ เช่น การตัดแบ่งภาพ การสร้างไฮเปอร์ลิงค์ การสร้างภาพเคลื่อนไหว (animation) เป็นต้น (วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์, 2545, หน้า 10)

4. โปรแกรม Ulead Video Studio เป็นโปรแกรมตัดต่อวิดีโอที่มีการใช้งานไม่ยากจนเกินไป โปรแกรมนี้มีเครื่องมือต่างๆ สำหรับตัดต่อวิดีโออย่างครบถ้วน เริ่มตั้งแต่จับภาพจากกล้องเข้า คอมพิวเตอร์ ตัดต่อวิดีโอ ใส่เอฟเฟ็กต์ต่างๆ แทรกดนตรีประกอบ แทรกคำบรรยาย ไปจนถึงบันทึกวิดีโอที่ตัดต่อกลับลงเทป, VCD, DVD หรือการเผยแพร่ผลงานทางเว็บ โปรแกรม Ulead มีการทำงานเป็นขั้นตอนที่ง่าย ตั้งแต่จับภาพ ตัดต่อ ไปจนเขียนลงแผ่น นอกจากนี้แล้วโปรแกรมยังมีเอฟเฟ็กต์ต่างๆอีกมากมาย รวมทั้งยังมีเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างซาวนด์แทร็คอย่างง่ายๆการทำภาพซ้อนภาพ การใส่ไตเติ้ล เป็นต้น (สรวรรณ ขุนพิลึก, 2548, หน้า 32)

5. ขั้นตอนการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (วรวิทย์ นิเทศศิลป์, 2551, หน้า 228)

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม

1. กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์

การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียนคือการตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด กล่าวคือ เป็นบทเรียนหลัก เป็นบทเรียนเสริมเป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติม หรือเป็นแบบทดสอบ ฯลฯ รวมทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน คือ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้ว จะสามารถทำอะไรได้บ้าง เช่น ผู้เรียนสามารถ ยกตัวอย่างได้หรืออธิบายได้

2. การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเตรียมพร้อมทางด้านของทรัพยากรสารสนเทศทั้งหมด ที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของเนื้อหา การพัฒนาและการออกแบบบทเรียน และสื่อในการนำเสนอบทเรียน

3. เรียนรู้เนื้อหา

การเรียนรู้เนื้อหาอาจทำได้หลายทาง เช่น การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การอ่านหนังสือ หรือเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียน

4. สร้างความคิด

ขั้นตอนการสร้างความคิดนี้ก็คือ การระดมสมอง ซึ่งหมายถึง การกระตุ้น ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่างๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะเวลาอันสั้น การระดมสมองมีกติกาอยู่ด้วยกัน 4 ประการ ได้แก่ การห้ามวิจารณ์ การคิดโดยอิสระ การเน้นปริมาณ และการกระตุ้นความคิดอย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน

เป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมถึงการทอนความคิด การวิเคราะห์งาน และแนวความคิดออกแบบบทเรียนขั้นแรกและการประเมินและการแก้ไขการออกแบบ

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการเขียนแผนงาน

ผังงาน คือ ชุดของสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้ เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอและสามารถถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ซึ่งแสดงกรอบการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์ การเขียนแผนผังจะไม่นำเสนอรายละเอียดหน้าจอเหมือน

การสร้างสตอรี่บอร์ด หากเขียนแผนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผังงาน ทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม อาทิ อะไรจะเกิดขึ้นเมื่อ ผู้เรียนตอบคำถามผิด หรือเมื่อไรจะที่จะมีการจบบทเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด

การสร้างสตอรี่บอร์ดเป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้ง สื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อใน รูปแบบต่างๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป ขั้นตอนการสร้างสรรค์สตอรี่บอร์ด รวมไปถึงการเขียนสคริปต์ ที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนจอซึ่งได้แก่ เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว

ขั้นที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียน โปรแกรม

ขั้นตอนการสร้าง/เขียน โปรแกรมนี้เป็นกระบวนการเขียนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเขียน โปรแกรม หมายถึง การใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนช่วยสอน ในการสร้างบทเรียน เช่น Multimedia Tool Book ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วย สอนจะต้องรู้จักเลือกโปรแกรมที่เหมาะสม

ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน

เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เอกสารประกอบบทเรียนอาจแบ่ง ออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. คู่มือการใช้ของผู้เรียน
2. คู่มือการใช้ของผู้สอน
3. คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ
4. เอกสารประกอบเพิ่มเติมทั่วไป (เช่น ใบงาน) ผู้เรียนและผู้สอนย่อมต้องมีความ ต้องการแตกต่างกันไป ดังนั้นคู่มือสำหรับผู้เรียนและผู้สอนจึงไม่เหมือนกัน

ขั้นที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน

บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรที่จะที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะ การประเมินในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอ นั้นผู้ที่ ควรจะทำการประเมินก็คือผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินการทำงานของ บทเรียนนั้นผู้ออกแบบควรที่จะสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนหลังจากที่ได้ทำการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นแล้ว โดยผู้เรียนจะต้องมาจากกลุ่มเป้าหมาย

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงความสามารถของบทเรียน ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่ คาดหวังไว้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้สรุปถึงเกณฑ์การหาประสิทธิภาพช่วยสอน ดังนี้

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2533, หน้า 129) ได้จำแนกเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของ คอมพิวเตอร์ช่วย สอนไว้ 2 วิธีดังนี้

(1) ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ซึ่งเป็นเกณฑ์ประเมินสำหรับเนื้อหา ประเภทความรู้ความจำ และใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะโดยความหมาย ของตัวเลขมาตรฐาน 90/90 90 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละของประสิทธิภาพในด้านกระบวนการ เรียนของบทเรียน ซึ่งประกอบด้วยผลของการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ของผู้เรียนภายในบทเรียน โดยคะแนนที่ได้จากการวัดผลภายในบทเรียนมาคำนวณหาค่าร้อยละเฉลี่ย ส่วน 90 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนการทดสอบ (posttest) ของผู้เรียนทุกคนนำมาหาค่าร้อยละค่าเฉลี่ยก็จะ ได้ค่าตัวเลข เฉลี่ยทั้งสองนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่อไป

(2) ประเมินไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพสื่อด้วยการ เปรียบเทียบผลการทดสอบของผู้เรียนภายหลังที่ได้เรียนจากสื่ออื่น (posttest) ว่าสูงกว่าผลการเรียน ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่ออื่นมีประสิทธิภาพ

เผชิญ กิจระการ (2544, หน้า 49-50) ได้จำแนกเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียน ดังนี้

(1) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (rational approach) คือการใช้หลักความรู้และ เหตุผลการตัดคุณค่าของสื่อการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นความ เทียงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้ ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ ละคนจะนำมาหาประสิทธิภาพแต่ผลจากการใช้วิธีนี้จะไม่นิยมใช้ เพราะ โอกาสที่ค่าการยอมรับขั้นต่ำ ของสื่อจะสูงถึงขั้นยอมรับได้ได้ยาก สูตรได้แก่

$$CVR = \frac{2N_e - 1}{N}$$

เมื่อ	CVR	แทน	ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (rational approach)
	N_e	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ (number of panelists who had agreement)
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (total number of panelists)

(2) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (empirical approach) วิธีนี้จะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAD) บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน แผนการสอน แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงค่าตัวเลข 2 ตัวเช่น $E_1/E_2=80/80$, $E_1/E_2=85/85$, $E_1/E_2=90/90$ เป็นต้น

เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2)=80/80 มีความหมายดังนี้

(2.1) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือ แบบทดสอบย่อยได้คะแนนร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า E_1 และ E_2 ใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum x}{\frac{N}{A} \times 100}$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรือของแบบทดสอบย่อย
 ทุกชุดรวมกัน
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{A} \times 100}$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

(2.2) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือจำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (posttest) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

(2.3) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 แรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมด ทำแบบทดสอบ หลังเรียน (posttest) ได้คะแนนร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (posttest) โดยเปรียบเทียบกับคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน (pretest)

(2.4) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 แรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมด ทำแบบทดสอบ หลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบ หลังเรียนแต่ละข้อถูกจำนวนร้อยละ 80

ดังนั้น จะเห็นว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง การเรียนอย่างถูกต้องตามกระบวนการการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ ส่วนประสิทธิผล หมายถึง ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ ที่คาดหวังไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนไว้ที่ระดับ 80/80

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จินตนา แก้วคุณ (2550, หน้า 107) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.32/79.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ตามสมมติฐาน นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติ ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนยศ ฤทธิ์เฉลิม (2550, หน้า 40) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน วิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโคราชพิทยาคม จำนวน 60 คน ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 81.11/83.33 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รูปแบบห้อง ปฏิบัติการเสมือน วิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก

ธีรศักดิ์ ดิษยรัตน์ (2548, หน้า 75) ได้วิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง โลกและ ดวงดาว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยทำให้ได้บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง โลกและดวงดาวที่มีประสิทธิภาพ 89.13/86.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้และ จากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย พบว่าโดยเฉลี่ย แล้วนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่ใน ระดับดี

ไพโรศรี วัลย์ศิลป์ (2548, หน้า 75) ได้ทำการวิจัยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนสาระ วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาเชียงรายเขต 3 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน โดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 88.13 สูงกว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละ 77.40 ของนักเรียนที่สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ

ทองอินทร์ จาระงับ (2552, หน้า 78) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.31/82.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบสุริยะ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Kumar (1994, p. 43) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเสริม ทักยะและการทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เรียนด้วยความสามารถเป็นกลุ่ม ทดลอง 5 คน เพื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยความสามารถในกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการฝึกและทำแบบฝึกหัด โดยทั้งสองกลุ่มมีการทดสอบทั้งก่อนและหลัง เรียนในระยะเวลา 5 สัปดาห์ ผลการ วิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีระดับคะแนนเฉลี่ยทางทักษะไม่ถึง เกณฑ์ตามที่กำหนดไว้และมีคะแนนเฉลี่ยผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่ต่างกับกลุ่มควบคุม

Wade (1995, p. 816) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับ เกรด 9 โดยใช้วิธีสอน 3 วิธี คือ การสอนแบบ ปกติ การสอนโดยใช้การทดลองกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 116 คน ทดลองสอนเป็นเวลา 9 สัปดาห์ จากผลการทดลองพบว่าผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้ง 3 วิธี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดเจตคติที่มีต่อวิชาชีววิทยาสำหรับกลุ่มที่ 3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

Lim (2000, p. 845) การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้สำหรับการศึกษาผู้ใหญ่ในมหาวิทยาลัยเนื้อหาที่ทดลองเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนทางไกล ทาง กระบวนการวิจัยและพัฒนา 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) วิจัยและจัดหาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) วางแผน 3) พัฒนาเครื่องมือ 4) ทดลองขั้นตอนแรกและปรับปรุง 5) ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ และรายงานสรุปผล กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งแรกเป็นนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ชั้นปีที่ 3 ส่วนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ดำเนินการผ่านทางอินเทอร์เน็ตกับนักศึกษาภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวน 25 คน ซึ่งมี 8 คน ได้เรียนและสอบผ่านทางความเหมาะสมตามทฤษฎีการเรียนรู้ของการศึกษาผู้ใหญ่

Wiltse (2003, p. 369) ได้ศึกษาประโยชน์ของการสอนเสริมด้วยคอมพิวเตอร์และการทดลอง ในห้องปฏิบัติการในรายวิชาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อเรียนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ มีความมุ่งมั่นเพื่อกำหนดประสิทธิผล ของการจัดการสารสนเทศด้านเนื้อหา โดยใช้การสอนเสริมที่ใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและทำการทดลอง เพื่อเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา ในการเปรียบเทียบกับการใช้ บันทึกคำบรรยายและแผนงานที่ปฏิบัติ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนปีแรกของโรงเรียนมัธยม ศึกษาตอนปลาย จำนวน 53 คน นักเรียนในกลุ่มปฏิสัมพันธ์กับการสอนเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ 10 ครั้ง ก็กับได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ 5 ครั้ง เกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืช ผลการศึกษาพบว่า ผลของกิจกรรมและผลของการทดสอบก่อนและหลังการทดลองในการสอบปลายภาค และการสำรวจได้นำมาเพื่อประเมินการศึกษาครั้งนี้

Hoppe (2003, p. 796-A) ได้ศึกษาเพื่อตรวจสอบผลการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งใช้ การแทรกแซงที่เป็นแบบแผนของภาษาเหมือนธรรมชาติ (ตัวแปรอิสระ) สำหรับคนในวัยผู้ใหญ่จำนวน 5 คน ที่เป็นโรคออทิสซึม (โรคจิตที่ตอบคนอื่นไม่ได้) ในจำนวนนี้มี 4 คน พักอยู่ในความดูแลของเอกชน และอีกคนหนึ่งยังอยู่ใน โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายวิธีดำเนินการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ให้การปฏิสัมพันธ์ทางการสื่อสารของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น และลดพฤติกรรมการแตกความสามัคคี ของกลุ่มตัวอย่างลง อย่างไรก็ตามข้อมูลบ่งชี้ว่ามีความแปรปรวนมาจากช่วงหนึ่งไปยังอีกช่วงหนึ่ง ผลการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์อาจจะเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าในการสอนทักษะการสื่อสาร และทักษะการมีปฏิสัมพันธ์สำหรับแต่ละบุคคลที่เป็นโรคออทิสซึม

สรุปว่าจากเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ทั้งในตัวผู้สอนและผู้เรียน จะเป็นการพัฒนาครูให้เป็นครูมืออาชีพเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเรียนตามความสามารถของตนเองที่ละขั้นตอนและเป็นการทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาได้อย่างสะดวก และบทเรียนคอมพิวเตอร์ ยังทำให้นักเรียนที่มีทัศนคติและเจตคติที่ดีต่อเนื้อหาในวิชานั้นๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและประโยชน์ของการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบในการเรียนการสอน ซึ่งส่งผลให้ผลของการเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง หิน แร่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เพื่อที่จะได้นำผลการวิจัยไปพัฒนากระบวนการเรียนการสอนต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี