

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ เรื่อง “แรงเสียดทาน” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบอุปกรณ์การเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ เรื่อง “แรงเสียดทาน” ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบอุปกรณ์การเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปกติ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.3 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.4 การออกแบบและการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial
 - 1.5.1 โครงสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial
 - 1.5.2 เทคนิคการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial
2. สื่อการสอน
 - 2.1 สื่อการสอนวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ประเภทของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์
3. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ทักษะการเรียนรู้
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer – Assisted Instruction : CAI)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction) เป็นสื่อการสอนยุคใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากและยังมีข้อได้เปรียบเหนือสื่ออื่นๆ ด้วยกันหลายประการ คอมพิวเตอร์จึงกลายเป็นสื่อการศึกษาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้นในแวดวงของครู อาจารย์ และนักการศึกษา ในปัจจุบันการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการสอนนั้น ไม่ว่าจะป็นในลักษณะของการจัดหาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้หรือการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เองก็ตาม ครู อาจารย์ นักการศึกษา และผู้สนใจ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541) ประกอบกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาความสามารถเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ราคาลดต่ำลงตามลำดับ (บุรณะ สมชัย, 2538) ทำให้เป็นแรงผลักดันให้นักการศึกษาสนใจที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานทางการศึกษานั้นสามารถพิจารณาได้ 2 ลักษณะ ลักษณะแรก คือ คอมพิวเตอร์ในการจัดการทางการศึกษา (Computer Managed Instruction, CMI) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษา และสนับสนุนในด้านการบริหารต่างๆ เช่น รายชื่อวัสดุที่จะใช้ในการเรียนการสอน และข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน เป็นต้น ลักษณะที่สองคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer – Assisted Instruction , CAI) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อกลางในการเรียนการสอนโดยตรง มีการนำเสนอบทเรียนในลักษณะต่างๆ แก่ผู้เรียนในลักษณะการสื่อสารสองทาง (Heinich, Molenda and Russell. 1985)

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในภาษาอังกฤษใช้เรียกแตกต่างกันไปหลายชื่อ เช่น CAI (Computer – Assisted Instruction or Computer Aided Instruction) หรือ CAL (Computer – Assisted Learning) หรือ CBE (Computer - Based Education) หรือ CBI (Computer - Based Instruction) หรือ CBL (Computer - Based Learning) หรือ CBT (Computer - Based Teaching) หรือ CMI (Computer – Managed Instruction) หรือ CML (Computer – Managed Learning) หรือ CATL (Computer Assisted Teaching and Learning) จะเห็นได้ว่ามีคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการนำคอมพิวเตอร์เข้ามามีใช้ในการเรียนการสอนมีหลากหลายแบบด้วยกัน ความหมายอาจแตกต่างกันไปบ้างตามลักษณะของการใช้งาน ซึ่งในประเทศไทยนิยม

เรียกว่า CAI (Computer – Assisted Instruction) มีนักการศึกษาและสถาบันการศึกษาได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ในลักษณะที่คล้ายๆ กัน ดังนี้

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2535) ได้กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำเนื้อหา บทเรียนมาจัดเรียงลำดับอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามหลักจิตวิทยา การมีปฏิสัมพันธ์แบบการกระตุ้นและการตอบสนอง โดยคอมพิวเตอร์มีบทบาทเป็นสื่อกลางในการนำเสนอ และเป็นเครื่องมือในการสร้างบทเรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2536) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันทีซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบต่างๆ ในแต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบด้วย ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนไม่รู้สึกลำบากเบื่อหน่าย การสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้อาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียนประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป

ชัยยงค์ วงศ์ชัยสุวัฒน์ (2536) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นส่วนหนึ่งของระบบเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อติดต่อโดยตรงกับนักเรียนในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตามลำดับของขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ด้วยชุดคำสั่งจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์สามารถควบคุมการทำงานของสื่อประเภทอื่น เช่น เสียง หรือภาพวิดีโอ เข้ามาประกอบได้อย่างกลมกลืน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2538) กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายๆ รูปแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอน และการรับรู้ของผู้เรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่หน้าจอภาพ โดยเนื้อหาความรู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา

Anderson (1986) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวข้องกับ การสอนแบบโปรแกรม เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้แนะนำผู้เรียน โดยการฝึกฝน การสอนทักษะใหม่ ๆ และการทบทวนบทเรียน

Heinich (1993) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียน การสอนโดยตรงกับผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมบทเรียนที่บรรจุอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง

จากความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมา นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ คล้ายๆ กัน ซึ่งพอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียน การสอน ที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองโดยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีโปรแกรม คอมพิวเตอร์หลายรูปแบบ นำเสนอในลักษณะสื่อประสม อันได้แก่ ตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สี เสียงประกอบ วิดิทัศน์ และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ โดยเน้นในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลและยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการ สอนและให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรูปแบบและแนวทางการพัฒนามาจาก รูปแบบของบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) (ประเสริฐ เลิศขันธ์, 2540) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีลักษณะเช่นเดียวกับการสอนแบบโปรแกรม เพราะเน้นด้านความถนัดของแต่ละบุคคล (Individual differences) (ทักษิณา สนวนานนท์, 2529)

โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มีข้อแตกต่างจากบทเรียนแบบโปรแกรม คือ การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน สามารถให้ผลป้อนกลับ (Feedback) ในการตอบสนองกับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งมีการให้ผู้เรียนเลือกที่จะตอบสนองบทเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง (Steinberg, 1991)

Stolurow (1971) กล่าวถึงลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า จะเป็นไปตามรูปแบบหรือกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งในแต่ละวิธีสอนจะมีขั้นตอนตามรูปแบบวิธีการสอนนั้นๆ อย่างไรก็ตามในการสอนจะมีกิจกรรมหรือขั้นตอนใหญ่ๆ ที่ทุกวิธีการสอนมักจะดำเนินตามลักษณะบทเรียนและวิธีการสำคัญๆ ดังนี้คือ

1. การเสนอเนื้อหา ในกรณีที่สอนเนื้อหาใหม่ หรืออาจจะเป็นการสรุปเนื้อหาที่เคยเรียนมาก่อน เพื่อเป็นการทบทวน
2. ปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะตอบคำถามที่ครู หรือคอมพิวเตอร์ถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เสนอไป กิจกรรมขั้นตอนนี้จะเป็นการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์
3. ประเมินผลการตอบสนองของนักเรียนว่าบรรลุถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่
4. จัดกิจกรรมให้นักเรียนทำต่อไปโดยอาศัยผลจากการประเมินว่าควรจะทำอะไร

Chamber and Sprechler (1983 อ้างถึงใน สุนิต ฤทธิประเสริฐ, 2540) ได้แบ่งลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามบทบาทและหน้าที่ต่อการเรียนได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมทบ (Adjunct CAI) ทำหน้าที่สนับสนุนการสอนตามปกติ บทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมทบมักจะมีเวลาครั้งชั่วโมง เนื้อหาของบทเรียนมักเป็นการเสริมแรงความเข้าใจ
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลัก (Primary CAI) ทำหน้าที่แทนการสอนปกติ สามารถใช้สอนโดยไม่ต้องมีการเสริมจากการสอนในชั้นเรียน ความยาวของบทเรียนจะมากกว่าหนึ่งชั่วโมง

นอกจากนี้ยังได้แบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลักษณะความซับซ้อนของคอมพิวเตอร์ได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบง่าย (Simplistic CAI) คือ คอมพิวเตอร์ที่เขียนโดยภาษาคอมพิวเตอร์ง่ายๆ ใช้ฮาร์ดแวร์น้อยมักมีข้อจำกัดด้านความสามารถในการสร้างภาพ (Graphic) และไม่สามารถคำนวณที่ซับซ้อนได้

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซับซ้อน (Complex CAI) คือ คอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงทั้งในด้านการสร้างภาพ การคำนวณ และอื่นๆ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ใช้เวลาในการสร้างนานและต้องใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ซับซ้อน

ทักษิณา สอนานนท์ (2530) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ (From Know to the Unknow) โดยจัดการสอนให้เนื้อหาเรียนไปตามลำดับ (Linear Sequence) เริ่มจากเรื่อง que ผู้เรียนรู้อยู่แล้วไปจนถึงเรื่องใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยรู้ โดยทำในกรอบ (Frame) หลายๆ กรอบ ผู้เรียนจะค่อยๆ เรียนไปที่ละกรอบตามลำดับของความง่ายไปสู่ความยาก

2. เนื้อหาที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นนั้น จะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อยๆ ค่อยข้างง่ายและมีสาระใหม่ไม่มากนัก ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. แต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่เพียงอันเดียว การแนะนำความรู้เนื้อหาอะไรใหม่ๆ ทีละมากๆ ทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่าย

4. ในระหว่างการเรียน ต้องให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการทำอะไรตามไปด้วย เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ฯลฯ ไม่ใช่คิดตามอย่างเดียว เพราะจะทำให้เบื่อ

5. การเลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้ต้องกลับไปทบทวนกรอบของแบบเรียนเก่าหรือไม่ก็เป็นกรอบใหม่ที่อธิบายถึงความเข้าใจผิด หรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เป็นการเพิ่มเนื้อหาไปด้วยในตัว หรือถ้าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ผู้เรียนก็จะได้เรียนเรื่องใหม่เพิ่มเติม การได้รู้เฉลยและได้รับคำชมทำให้มีกำลังใจ ส่วนคำตอบที่ผิดบางที่อาจถูกตำหนิ ซึ่งก็จะมีใครได้ยิน ทำให้ไม่รู้สึกอับอาย หรือหมดกำลังใจ

6. การเรียนวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความเร็วของตนเอง จะใช้เวลาในการทบทวนบทเรียน หรือคิดตอบคำถามแต่ละข้อนานเท่าใดก็ได้ ผู้เรียนจะไม่รู้สึกถูกกดดันด้วยกำหนดเวลาที่จะต้องรอเพื่อนหรือตามเพื่อนให้ทัน

7. การเรียนในลักษณะนี้เป็นการเรียนโดยเน้นที่ความถนัดของแต่ละบุคคล (Individualized) แต่ละคนจะมีความถนัดต่างกัน แม้แต่ในวิชาเดียวกัน การเรียนบทเรียนแต่ละบทก็จะใช้เวลาไม่เท่ากัน บางคนเรียนไวยากรณ์ภาษาอังกฤษเข้าใจเรื่อง Preposition ดี แต่เรื่อง Tense ต้องใช้เวลามาก บางคนเรียนเรื่อง Tense ใช้เวลาน้อย แต่เรื่อง Preposition ใช้เวลามาก

8. ในการเสนอบทเรียนลักษณะนี้ การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละบทจะช่วยให้ผู้เรียนได้วัดผลตนเอง การสรุปนั้นหมายถึงสรุปเนื้อหา และสรุปการติดตามผลของผู้เรียนด้วยว่าผู้เรียน

ใช้เวลาเรียนมาน้อยเพียงใด ผลเป็นอย่างไร จำเป็นต้องค้นคว้าหรือทำงานอะไรเพิ่มเติมอีกหรือไม่ เป็นต้น ในการเรียนในห้องเรียนยิ่งครูทดสอบบ่อยเท่าไรการเรียนรู้ก็จะยิ่งมีผลเท่านั้น แต่การทดสอบธรรมดาที่มีปัญหาเรื่องการตรวจ ยิ่งถ้าผู้เรียนในชั้นเรียนมีมากก็อาจยิ่งเสียเวลามาก ความกระตือรือร้นของผู้เรียนอาจจะค่อยๆ หดหายไป

9. การทำกรอบบทเรียนแต่ละบทนั้น ถ้าทำได้ดีเราจะสามารถวิเคราะห์คำตอบไปได้ด้วย ประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคนอาจทำให้คำตอบต่างกันออกไป เราสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียนได้ว่า การที่เลือกตอบข้อนั้น (ในกรณีที่เป็นการให้เลือกคำตอบที่ถูกต้อง) ถ้าเป็นคำตอบที่ผิดเป็นเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะสับสนกับเรื่องอื่น ตีความคำถามผิดหรือไม่เข้าใจเลย การทำแบบทดสอบที่ดีผู้ทำสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้เป็นขั้นตอนจริงๆ ผู้เรียนควรจะได้ทั้งหมด แต่การทำถูกไปหมด บางทีก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

10. การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้รู้อะไรบ้างจะช่วยให้การแบ่งเนื้อหาซึ่งจะต้องเรียงไปตามลำดับ ต้องการให้ผู้เรียนได้รู้อะไรบ้างไม่เฉไฉออกไปนอกถ่วงอกทางโดยไม่จำเป็น

คุณลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ต้องมีคุณลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึงเนื้อหาสาระ (content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้ ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางตรงก็ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ได้ใช้ได้รับเนื้อหาสาระและทักษะต่างๆ อย่างตรงไปตรงมาจากการอ่าน จำ ทำความเข้าใจ และฝึกฝน ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางอ้อมก็ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกมและการจำลองซึ่งเนื้อหาสาระหรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะถูกแฝงเอาไว้ในรูปของเกมต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ฝึกทักษะทางการคิด การจำ การสำรวจสิ่งต่างๆ รอบตัว และเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเพลิดเพลินและจูงใจให้ผู้ที่มีความต้องการที่จะเรียนมากขึ้น

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) คือ ลักษณะสำคัญของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง จึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับ ตนได้ การควบคุมการเรียนของตอนนี้ก็มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะสำคัญๆ ได้แก่

2.1 การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียน เมื่อใด หรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา

2.2 การควบคุมลำดับของการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อนหลังหรือ การสร้างลำดับการเรียนด้วยตนเอง

2.3 การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติ หรือทำแบบทดสอบหรือไม่ หากทำจะทำมากน้อยเพียงใด

3. การโต้ตอบ (Interaction) ในที่นี้คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือ การเรียนการสอนในลักษณะที่เปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด นอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพนั้น หากเกิดขึ้นเพียงจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการโต้ตอบหรือ ปฏิสัมพันธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้ รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วย สอน อย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ลักษณะที่ขาดไม่ได้อีกรูป หนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็คือการให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) แล้ว ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมี การทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการ เรียนของตนได้ ทั้งนี้มีงานวิจัยหลายชิ้นซึ่งสนับสนุนว่าการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนจะช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพในการเรียนได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เองที่ถือได้ว่า เป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับสื่อประเภทอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อโสตทัศนวัสดุ เนื่องจากสื่ออื่นๆ นั้น ไม่สามารถที่จะประเมินผลการเรียนของผู้เรียนพร้อมกับการให้ผลป้อนกลับโดยฉับพลันเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่มากมายหลายรูปแบบ ปัจจุบันสามารถแบ่งตามลักษณะ การออกแบบและการสร้างบทเรียน โดยนักการศึกษาหลายท่าน คือ สุกวี รอดโพธิ์ทอง (2536) ธวัชชัย งามสันติวงศ์ (2540) ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) และ Alessi and Trollip (1991) ได้จำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่า จะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่/อย่างไร หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial ในระบบการศึกษาปกติ โดยมีแนวคิดที่น่าจะใช้สอนแทนครูได้

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (Drill) หรือแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ใช้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมากที่สุดมาจากประเภทแรก ออกแบบขึ้นเพื่อฝึกทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว รูปแบบเป็นการผสมผสาน การทบทวนแนวคิดหลัก และการฝึกฝนในรูปแบบของแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทบทวนความรู้เนื้อหา บทเรียนช่วยสอนประเภทนี้จึงมักจะต้องใช้ควบคู่กับกิจกรรมอย่างอื่น เช่น ควบคู่กับการเรียนการสอนปกติในห้องเรียน การให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมในการเรียนเสริม เป็นต้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่นๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนที่สำคัญ ได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะออกแบบเพื่อสอนเนื้อหาใหม่หรือใช้เพื่อทบทวนหรือสอนเสริมในสิ่งที่

ศึกษาหรือทดลองไปแล้วโดยการจำลองแบบ โดยจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนตัดสินใจแก้ปัญหา (problem – solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ตัวอย่างเช่น ภัยพิบัติภายในร่างกายมนุษย์ โครงสร้างอะตอม การเกิดปฏิกิริยาทางเคมี หลักการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าและอื่นๆ เป็นต้น บทเรียนประเภทนี้มีจำนวนน้อย เนื่องจากความยากในการออกแบบ ทั้งนี้ผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้เรื่องที่ทำอย่างดี สามารถจำแนกเป็นลำดับขั้นการเปลี่ยนแปลงได้ อีกทั้งอาจจะต้องใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงเพื่อเปลี่ยนแปลงเนื้อหาแต่ละบทให้สามารถนำเสนอในรูปแบบที่ง่ายขึ้น เช่น แสดงเป็นกราฟ

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอน (Instructional Game) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ บทเรียนประเภทนี้พัฒนาจากแนวคิดและทฤษฎีทางด้านการศึกษาเสริมแรง หรือ Reinforcement บนพื้นฐานการค้นพบที่ว่า ความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนานจะให้ผลต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทนี้สร้างเพื่อฝึกและทบทวนเนื้อหา แนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้วคล้ายกับประเภทแบบฝึกหัด (Drill) แต่เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุกสนานตื่นเต้น โดยมีหลักการพัฒนาว่าบทเรียนแบบเกมการสอนที่ดีควรต้องทำทายกระตุ้น จินตนาการเพื่อฝันและกระตุ้นความอยากรู้อย่างเห็น ในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นจะมุ่งที่ความเพลิดเพลินเป็นหลัก เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (Test) คือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบคอมพิวเตอร์ประเภทนี้เป็นรูปแบบที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่น จุดประสงค์หลักก็เพื่อทดสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียน ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบคือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (immediate feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป การสอบอาจเป็นการสอบก่อนการเรียน (Pre-test) หรือหลังการเรียน (Post-test) หรือทั้งก่อนและหลังการเรียนแล้ว นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมี ความแม่นยำและรวดเร็วอีก

นอกจากนี้การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีลักษณะอื่นๆ เช่น การค้นพบ (Discovery) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การสาธิต (Demonstration) หรืออาจจะใช้หลายๆ วิธีรวมกัน (Combination)

ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้เป็นการสรุปรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการพัฒนาขึ้นมาใช้อย่างคร่าวๆ แต่แต่ละประเภทก็มีจุดเด่นไปคนละด้าน แต่เนื่องจาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial เป็นรูปแบบที่มีการพัฒนามากที่สุดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ นักคอมพิวเตอร์การศึกษาส่วนมากจะนึกถึงบทเรียนประเภท Tutorial เพราะโดยหลักการแล้ว บทเรียนประเภทนี้จะมีการประยุกต์เทคนิค และหลักการของบทเรียนแบบอื่นๆ เข้ามารวมอยู่ด้วยกัน ตามความเหมาะสม สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบ และพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะของบทเรียนประเภท Tutorial โดยใช้ทฤษฎี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหลักการออกแบบบทเรียน ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการที่วงการศึกษานำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในวงการศึกษาอย่างกว้างขวาง ในลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ปรากฏว่าเป็นที่ยอมรับกันในวงการของนักการศึกษา เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณลักษณะเฉพาะที่โดดเด่นหลายประการที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากกว่าการเรียนการสอนปกติ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์และข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนรู้ ซึ่งพอสรุปได้ 3 ด้าน ดังนี้

ประโยชน์ที่มีต่อผู้เรียน

1. ผู้เรียนเรียนได้ตามเอกัตภาพ สามารถเรียนไปตามความก้าวหน้าของตนเองอย่างเป็นอิสระ สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล (ทักษิณา สอนานนท์, 2530 ; นิพนธ์ สุรปรีดี, 2531 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 ; กิดานันท์ มลิทอง, 2536 ; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541 ; Heinich Molenda and Russell, 1985 ; Dence, 1981 ; Sengendo, 1988 ; Coon, 1989)

2. ให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมทันทีที่ปฏิบัติเสร็จ (Immediately Feedback) (นิพนธ์ สุขปรีดี, 2531 ; สุกัญญา นิมานันท์, 2533 ; Heinich Molenda and Russell, 1985)

3. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนช้า จะเรียนได้ดีกว่า และเร็วกว่าการเรียนปกติ ถ้ามีความพยายามและความตั้งใจและมีเวลามาก ก็จะสามารถเรียนรู้อวิชานั้นได้ ในที่สุด ช่วยพัฒนาผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (ชิน ภู่วรรณและประภาส 2529 ; อรพรรณ พรสีมา, 2530 ; ครรชิต มาลัยวงศ์, 2532 ; Heinich Molenda and Russell, 1985)

4. ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยตรง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น (Hannafin & Peck, 1988)

5. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องแก้ปัญหาอยู่เรื่อยๆ ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการ เพื่อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทได้สะดวกรวดเร็วขึ้น ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี (นิพนธ์ สุขปรีดี, 2531 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 ; Morris, 1983 ; Heinich Molenda and Russell, 1985 ; Hannafin & Peck, 1988)

6. ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนและเรียนได้ตามความต้องการ ไม่จำเป็นต้องกำหนดเวลาเรียนตายตัว ผู้เรียนเรียนได้เป็นระยะ จะเรียนกับคอมพิวเตอร์เมื่อไรก็สามารถทำได้ (นิพนธ์ สุขปรีดี, 2531 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 ; บุญชม ศรีสะอาด, 2537 ; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541 ; Heinich Molenda and Russell, 1985 ; Hannafin & Peck, 1988)

7. ผู้เรียนใช้เวลาเรียนน้อยกว่าการเรียนปกติ เพราะเป็นผู้ควบคุมการเรียนของตนเอง สามารถเลือกเนื้อหาที่ต้องการเรียนได้ (Hannafin & Peck, 1988)

8. ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยตนเอง โดยเฉพาะผู้เรียนช้า เนื่องจากมีความเป็นตัวของตัวเอง ไม่ต้องอายเพื่อนเมื่อเรียนไม่ทัน (ทักษิณา สนวนานนท์, 2530 ; อรพรรณ พรสีมา, 2530 ; นิพนธ์ สุขปรีดี, 2531 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 ; กิดานันท์ มลิทอง, 2536 ; Heinich Molenda and Russell, 1985)

9. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดีและรวดเร็ว (นิพนธ์ สุขปรีดี, 2531 ; วารินทร์ รัศมีพรหม, 2531 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 ; Heinich Molenda and Russell, 1985 ; Hannafin & Peck, 1988)

10. นักเรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนที่ละน้อยจากง่ายไปหายาก นักเรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนได้เรียนรู้จริงก่อน จึงจะผ่านบทเรียนนั้นไป ทำให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมนั้นได้นาน (นิตยา กาญจนวรรณ, 2526 ; ทักษิณา สวานานนท์, 2530 นิพนธ์ สุขปริดี, 2531 ; Liu,1975)

11. ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนเกิดการตื่นเต้นไม่เบื่อหน่ายในการเรียนเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำ สี สัน รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียงได้ (วารินทร์ รัศมีพรหม, 2531 ; กิดานันท์ มลิทอง, 2536 ; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541)

12. ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียนได้ใหม่ และทำให้ความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน (สิริพร ทิพย์คง, 2537 ; Liu, 1975)

13. เป็นการสร้างนิสัยรับผิดชอบให้เกิดในผู้เรียน เพราะ ไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการใช้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม (ทักษิณา สวานานนท์, 2530 ; นิพนธ์ สุขปริดี, 2531)

ประโยชน์ที่มีต่อผู้สอน

1. ผู้สอนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิดเพราะคอมพิวเตอร์จะบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้ ทำให้ผู้สอนมีเวลาพอที่จะให้ความสนใจผู้เรียนที่เรียนช้าได้ (วารินทร์ รัศมีพรหม, 2531 ; Heinich, Molenda, and Russell, 1985 ; Hall,1982 ; Garrett, 1986 ; Hannafin & Peck, 1988)

2. สามารถนำข้อมูลจากผลการเรียนของผู้เรียนมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือหลักสูตร เพื่อให้มีความก้าวหน้าและเกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากขึ้น (ครรชิต มาลัยวงศ์, 2528 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 ; Hall,1982 ; Heinich, Molenda, and Russell, 1989)

3. การแก้ไขและปรับปรุงบทเรียนทำได้ง่าย โดยแก้ไขเฉพาะส่วนที่ต้องการไม่ต้องแก้ไขใหม่ทั้งหมด (ครรชิต มาลัยวงศ์, 2528)

4. ช่วยให้ผู้สอนทำงานน้อยลงในด้านการสอนข้อเท็จจริงต่างๆ เป็นการลดชั่วโมงสอน ผู้สอนจึงมีโอกาที่จะใช้เวลาเหล่านั้น ในการศึกษาค้นคว้า เพื่อคิดสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมการศึกษา สื่อการสอน หรือหลักสูตร ให้มีประสิทธิภาพและก้าวหน้ายิ่งขึ้น ทำให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากที่สุด (สิริพร ทิพย์คง, 2537 ; Hall,1982 ; Garrett, 1986)

5. ช่วยลดเวลาในการสอนบทเรียนหนึ่งๆ ผลการวิจัยส่วนมากพบว่า บทเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบโปรแกรม สามารถสอนเนื้อหาได้มากกว่าการสอนแบบอื่นๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่า จึงสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาหรือแบบฝึกหัดได้อย่างเต็มที่ ตามความเหมาะสมและความต้องการของผู้เรียน หรือตามที่อยู่สอนเห็นสมควร (ครรรชิต มาลัยวงศ์, 2528 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 ; Hall,1982 ; Garrett, 1986 ; Heinich, Molenda, and Russell, 1989)

ประโยชน์ที่มีต่อการเรียนการสอน

1. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน จึงเปิดสอนได้หลายวิชาตามที่อยู่เรียนต้องการ โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนครูผู้สอน หรือผู้เรียนว่ามีเพียงพอที่จะเปิดสอนหรือไม่ (ครรรชิต มาลัยวงศ์, 2528 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 ; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541 ; Hall,1982 ; Heinich, Molenda, and Russell, 1989)

2. สามารถเสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีเหน็ดเหนื่อย ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย (บุญชม ศรีสะอาด, 2537)

3. ทำให้การเรียนการสอนเป็นมาตรฐานมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนได้เหมือนกันหรือเท่ากัน โดยไม่ต้องกังวลถึงความหุนหัน หรือความเบื่อหน่ายของผู้สอนที่ตนเองสอนวิชาเดียวซ้ำๆ กันหลายหน ซึ่งอาจทำให้คุณภาพของการสอนลดลง (ครรรชิต มาลัยวงศ์, 2528)

4. เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้นๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2537 ; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541)

5. สามารถทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่กว้างขวางและลุ่มลึก (บุญชม ศรีสะอาด, 2537)

6. ช่วยลดปัญหาในชั้นเรียนระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน ทำให้ผู้สอนมีเวลาที่จะแนะนำและกวดขันการเรียนของผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด (นภพินท์ อนันตรศิริชัย, 2530 ; อรพรรณ พรสีมา, 2530 ; Heinich, Molenda, and Russell, 1989)

7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนได้ครบถ้วนสมบูรณ์ มีเหตุผลมีความแน่นอนเป็นมาตรฐานเหมือนกันทุกครั้ง (Schloss and Smith, 1988 ; Cole and Chan, 1994)

8. เป็นเครื่องช่วยพัฒนานักเรียน ในลักษณะแตกต่างกับการสอนของครู คือ คนเก่งสามารถเรียนเก่งขึ้น คนอ่อนสามารถพัฒนาให้มีมาตรฐานขึ้น (ยีน ภูววรรณ, 2528 ; สมชัย ชินะตระกูล, 2528 ; อรพรรณ พรสีมา, 2530)

การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบสื่อการเรียนการสอนเป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ด้วยการนำส่วนประกอบต่างๆ ตามประเภทของสื่อและองค์ประกอบการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องมาพิจารณา เพื่อประโยชน์ของการสื่อสารตามความคําความหมาย องค์ประกอบการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องในที่นี้ได้แก่ จิตวิทยาการเรียนรู้เฉพาะกลุ่มเป้าหมาย หลักการสอน กระบวนการสื่อสารและลักษณะเฉพาะเรื่อง เป็นต้น การออกแบบสื่อที่จะต้องช่วยทำให้การสื่อสารชัดเจนและเป็นที่น่าสนใจสำหรับกลุ่มเป้าหมาย กล่าวคือ ต้องไม่เป็นการออกแบบที่ทำให้การสื่อสารคลุมเครือ และสับสนจนเป็นอุปสรรคต่อการสื่อความเข้าใจ (วชิราพร อัจฉริยโกศล, 2536)

การออกแบบสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรใช้ข้อมูลจากการวางแผนการเรียนการสอน โดยนำแผนการเรียนการสอนมาวิเคราะห์ถึงส่วนประกอบหลักและส่วนประกอบย่อยเมื่อได้ส่วนประกอบต่างๆ แล้ว นำส่วนต่างๆ เหล่านั้นมาวิเคราะห์ว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในทิศทางใดในรูปของผังแสดงทิศทาง การเชื่อมโยงส่วนประกอบเหล่านั้น (บุปผชาติ ทัทนิกรณ์, 2539)

วิชุดา รัตนเพียร (2539) กล่าวถึงการที่จะพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณภาพนั้น มีองค์ประกอบและขั้นตอนต่างๆ อยู่หลายประการด้วยกัน ขั้นตอน หรือ Model ในการที่นักออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยึดถือ แม้จะแตกต่างกันไปบ้าง แต่ก็พอสรุปได้ ดังนี้คือ

1. การเตรียมการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Preparation Phase)
2. การออกแบบ (Design Phase)
3. การพัฒนา (Development Phase)

จุดประสงค์ในที่นี้จะเน้นหนักใน 2 ขั้นตอนแรก คือ การเตรียมการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่เรียกได้ว่า เป็น 2 ขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ส่วนขั้นตอนในเรื่องการพัฒนานั้น จะเป็นเรื่องความรับผิดชอบของโปรแกรมเมอร์

การเตรียมการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Preparation Phase)

ขั้นที่ 1 การกำหนดความต้องการและเป้าหมาย (Determine Needs and Goals) ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดขอบเขต ความต้องการ และเป้าหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมาย (State the Goal)
- ศึกษาลักษณะของผู้เรียน (Produce a Chart of Student Characteristics)
- กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (State Terminal Objective)

ขั้นที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การเก็บและรวบรวมข้อมูลนั้น มีข้อมูล 3 ประเภท ด้วยกันคือ

1. ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาของบทเรียน (Subject Resources)
2. ข้อมูลเกี่ยวข้องกับการออกแบบการสอน (Instructional Design Resources)
3. ข้อมูลเกี่ยวกับสื่อการสอน (Media Resources)

ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้เป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจและออกแบบบทเรียน นักออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลายคนมักไม่ค่อยให้ความสำคัญกับขั้นตอนนี้สัก เพราะต่างก็คิดว่าเป็นการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ เพราะขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยเวลาในการศึกษามาก อย่างไรก็ตามหากขั้นตอนนี้ถูกละเว้น อาจกลับทำให้ต้องใช้เวลาในการพัฒนาบทเรียนมากขึ้น หรือบทเรียนที่พัฒนามานั้นอาจไม่มีคุณภาพ เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอในการออกแบบ

ขั้นที่ 3 การศึกษาเนื้อหา (Learn the Content) ในกรณีนี้ผู้ออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น นักออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหานั้น ควรให้ความสำคัญกับโครงสร้าง เนื้อหา มากกว่ารายละเอียดของรายวิชา เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบบทเรียนที่มีคุณภาพ เพราะโครงสร้างเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกันย่อมมีรูปแบบ และวิธีการนำเสนอที่เหมาะสมที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 4 การรวบรวมความคิด (Generate Ideal) วิธีการที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ การระดมความคิด (Brainstorming) การที่มีหลายๆ คนร่วมคิดในการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้สามารถได้ผลสรุปที่ดี มีคุณภาพ และมีความคิดสร้างสรรค์ที่ดี

การออกแบบ (Design Phase)

ขั้นที่ 1 การเลือกเนื้อหาที่จะนำเสนอ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ต่อเนื่องมาจากขั้นตอนการรวบรวมความคิด (Generate Ideal) ในขั้นการเตรียมการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาแล้ว หลักในการคัดเลือกนั้นยึดถือสิ่งต่างๆ คือ คุณลักษณะของผู้เรียน เวลาที่ต้องการในการสอน และข้อจำกัดในเรื่องของสื่อการสอน

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์งานและความคิดรวบยอด เมื่อสามารถเลือกเนื้อหาและวิธีการนำเสนอบทเรียนที่เหมาะสมได้แล้ว นักออกแบบและพัฒนาบทเรียนจะสามารถสรุปได้ว่า ควรจะสอนอะไร ด้วยวิธีใด แล้วจำเป็นต้องนำเอาเนื้อหานั้นมาวิเคราะห์ เนื่องจากเนื้อหาที่ได้กล่าวมาขั้นต้นๆ นั้นอาจนำเสนอมาในรูปเนื้อหาหรือความคิดระดับใหญ่ (รวม) ในการนำเสนอคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ออกแบบบทเรียนจำเป็นต้องสามารถวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อแจกแจงถึงองค์ประกอบของเนื้อหานั้นๆ ได้

ขั้นที่ 3 การออกแบบบทเรียนในขั้นตอนนี้ นักออกแบบจะต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อช่วยในการตัดสินใจวิธีการนำเสนอบทเรียน

3.2 การกำหนดวิธีการนำเสนอบทเรียน

ขั้นที่ 4 การประเมินและการปรับแก้การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial

โปรแกรมประเภท Tutorial เป็นรูปแบบของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีผู้พัฒนากันมากที่สุดประมาณกันว่ามากกว่า 80 % ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วโลกจะเป็นประเภทนี้ เนื่องจากมีพื้นฐานการพัฒนาขึ้นจากความเชื่อที่ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าจะเป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากชั้นเรียน เป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ในตัวเอง สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ทั้งในและนอกห้องเรียน (ธวัชชัยงามสันติวงศ์, 2540) เป็นโปรแกรมช่วยสอนเนื้อหาใหม่รายละเอียด คือ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาใหม่ๆ หรือหลักการใหม่ๆ และมีการถาม-ตอบระหว่างบทเรียน โปรแกรมจะวิเคราะห์คำตอบแล้วตัดสินใจว่าจะแสดงเนื้อหาต่อไป หรือให้นักเรียนตอบคำถามใหม่ หรือจะแสดงคำอธิบายแนะแนวทางให้นักเรียนเลือกคำตอบได้อย่างถูกต้อง (สุเมธ หัตถา, 2539) เป็นโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นการเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือ จะมีบทนำ (Introduction) และมีคำอธิบาย (Explanation) ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบาย

และแนวคิดที่จะสอนหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม (Question) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในแง่ต่างๆ มีการแสดงผลป้อนกลับ (Feedback) ตลอดจนการเสริมแรง (Reinforcement) สามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปบทเดิมสำหรับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจหรือข้ามบทที่นักเรียนรู้แล้ว เป็นการสอดคล้องกับลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคล นอกจากนี้ยังสามารถบันทึก (Records) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไรและอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้นักเรียนบางคนได้ (ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ดันบรรจง, 2536 ; สิทธิพร ทิพย์คง, 2537) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial จะเริ่มด้วยการนำเสนอเนื้อหาความรู้ในรูปแบบต่างๆ หรือการเสนอกิจกรรมต่างๆ ให้ผู้เรียนทดลองทำงานกระทั่งเกิดการเรียนรู้และจะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนและบางครั้งจะมีการนำลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมมาผสมผสานเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกได้ด้วยการฝึกปฏิบัติ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541)

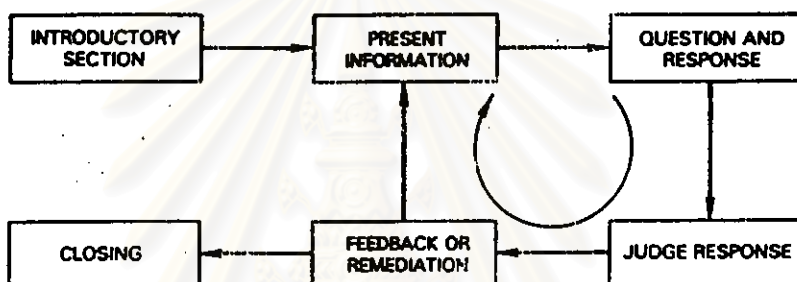
Alessi และ Trollip (1991) กล่าวถึงส่วนบทเรียนที่เป็นลำดับ (Sequencing Lesson Segments) ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial ว่าสามารถเสนอบทเรียนได้ 2 รูปแบบ คือ

1. บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear Lesson) หรือ (Linear Tutorial) โปรแกรมประเภทนี้ใช้สำหรับการสอนเนื้อหาวิชาต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นคอมพิวเตอร์จะมีบทบาทเป็นผู้สอนหรือ Tutor เนื้อหาของบทเรียนการเสนอเนื้อหาวิชา อาจจะเสนอเป็นกรอบๆ ตั้งแต่กรอบแรกไปจนถึงกรอบสุดท้ายแล้วให้ตอบคำถามท้ายบทเรียนหรืออีกวิธีการหนึ่งคือเสนอเนื้อหาบทเรียนเป็นตอนๆ แต่ละตอนอาจจะมีตั้งแต่ 1 กรอบขึ้นไป พอจบบทเรียนแต่ละตอนแล้วมีคำถามท้ายบท ถ้าต้องการตอบคำถามท้ายบทเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดผู้เรียนสามารถกลับไปทบทวนบทเรียนใหม่ ก่อนที่จะขึ้นบทเรียนหรือตอนใหม่ต่อไป

2. บทเรียนแบบสาขา (Branching Lesson) หรือ (Branching Tutorial) การสอนแบบสาขา (Branching Tutorial) เป็นการเสนอเนื้อหา และบทเรียนหลายๆ หัวข้อแล้วให้นักเรียนเลือกบทเรียนตามความต้องการ ดังนั้นจึงเหมาะกับบทเรียนที่มีเนื้อหามากๆ การเสนอเนื้อหาแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยตามความเหมาะสมกับระดับชั้น เพื่อให้ไม่ใช้เวลามากและน่าเบื่อจนเกินไป การเสนอเนื้อหาแบบนี้ผู้สอนในวิชานั้นๆ รู้ดีว่าเนื้อหาตอนใดหัวข้อใด เรื่องใดควรเน้นเรื่องใดควรมาก่อนหลัง หลังจากการศึกษาบทเรียนแต่ละเรื่องราวแล้วจะมีคำถามท้ายบท ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้ สามารถสร้างบทเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาได้กว้างและลึก ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนได้ตามความถนัดและความสนใจ

โครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial

เกือบทุกๆ สาขาวิชา เช่น มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์กายภาพ เป็นต้น ได้มีการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial ไปใช้ เพราะเป็นบทเรียนที่เหมาะสม สำหรับการเสนอเนื้อหาความรู้ การเรียนรู้กฎ และทฤษฎีต่างๆ หรือสำหรับการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา โดยแสดงโครงสร้างและลำดับของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial ดังนี้ (Alessi and Trollip, 1991)



ภาพที่ 1 : โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ tutorial

1. บทนำ (Introductory Section) ในส่วนของบทนำประกอบไปด้วย

1.1 ชื่อเรื่องของบทเรียน (The title page) ทุกบทเรียนแบบ Tutorial ประกอบไปด้วยชื่อเรื่องและชื่อผู้แต่งแบบง่ายๆ ไปจนกระทั่งหน้าที่มีรายละเอียดที่ประกอบไปด้วยภาพเคลื่อนไหว หลายๆ สี เพื่อดึงดูดความสนใจและการยอมรับของนักเรียน และแสดงว่าบทเรียนนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร การเริ่มต้นด้วยความสนุกสนานครั้งแรกจะเป็นการดี มีการถกเถียงกันว่าในหน้านี้ควรจะใส่รายละเอียดมากเพียงใด Gagné และ Briggs (1979) ได้กล่าวไว้ว่า การให้รายละเอียดมากเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนก็มีความสำคัญ อย่างไรก็ตามการที่มีภาพหรือข้อความที่ยาวและซับซ้อนหรือดูตลกขบขันบ่อยครั้งที่เป็นการรบกวนนักเรียน

1.2 เสนอวัตถุประสงค์ (Present of Objectives) หลังจากหน้าชื่อบทเรียนแล้วจะเป็น วัตถุประสงค์ของบทเรียน โรงเรียนจิตวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม ได้สร้างระบบการสอนที่ สนับสนุนการใช้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Mager, 1962) วัตถุประสงค์มีหน้าที่ที่สำคัญคือ กระตุ้นนักเรียนให้สนใจ เข้าใจตรงจุดตรงประเด็น มีความเชื่อมั่นและความพอใจ

1.3 คำแนะนำการใช้บทเรียน (Directions) มีความจำเป็นต่อผลสัมฤทธิ์ในการ ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนที่ปราศจากคำแนะนำมีความเป็นไปได้ที่จะประสบความล้มเหลว ซึ่งคำแนะนำส่วนมากจะเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนคำแนะนำอย่างเคร่งครัด มิฉะนั้นการ เรียนโดยวิธีนี้จะไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

1.4 กระตุ้นความรู้เดิม (Stimulating Prior Knowledge) นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี ถ้าเขาสามารถสร้างความสัมพันธ์ความรู้ใหม่กับสิ่งที่เขารู้อยู่แล้ว ในบทเรียนประเภท Tutorial ไม่ ควรทบทวนความรู้ที่มีอยู่แล้วโดยละเอียด แต่อาจเป็นการสรุปข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่นัก เรียนได้เรียนรู้มาก่อนแล้วอย่างสั้นๆ หรือถ้าเป็นเนื้อหายาวๆ ควรจะนำไปอยู่ในบทเรียนหลัก

1.5 การทดสอบก่อนเรียน (Pretesting) บางบทเรียนประเภท Tutorial จะมีการ ทดสอบก่อนเรียน เพื่อให้แน่ใจว่าบทเรียนนี้เหมาะสำหรับนักเรียน คือ

1.5.1 นักเรียนไม่พร้อมสำหรับบทเรียนนี้

1.5.2 นักเรียนพร้อมและควรจะศึกษาบทเรียนนี้

1.5.3 นักเรียนมีความรู้ในบทเรียนนี้อยู่แล้วและควรข้ามบทเรียนนี้ไป

2. การเสนอเนื้อหาความรู้ (Present Information)

เป็นขั้นตอนการให้ความรู้กับผู้เรียนโดยวิธีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ และมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ในหน่วยย่อยเล็กๆ แต่ละหน่วยย่อยจะต้องทำให้เกิดความรู้ ความ เข้าใจ เป็นพื้นฐานในหน่วยย่อยต่อไป เพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปทีละน้อย ทีละขั้นตอน โดยจัด เรียงลำดับเรียงจากเนื้อหาที่ง่ายๆ ไปหาเนื้อหาที่ยากขึ้นตามลำดับ ในการเขียนบทเรียนควร คำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1 จัดให้มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

2.2 เนื้อหาของแต่ละกรอบ ควรเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจนถูกต้องตามหลักภาษา เหมาะสมกับเนื้อหาความรู้และอายุของผู้เรียน เนื้อเรื่องที่ถูกต้องตามหลักสูตรและมีความต่อเนื่อง กันในแต่ละกรอบ

- 2.3 แต่ละกรอบจะต้องนำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่องอย่างชัดเจน มีการตั้งคำถาม แล้วให้ผู้เรียนตอบสนองต่อเรื่องนั้นโดยตรง และไม่ควรมีความรู้ใหม่เกินกว่า 1 เรื่อง
- 2.4 จะต้องให้ผู้เรียนรู้คำตอบว่าถูกหรือผิดทันที เพื่อเป็นการเสริมแรงช่วยให้การเรียนรู้ได้ผลดียิ่งขึ้น
- 2.5 ให้มีการทบทวนและทดสอบตนเอง
- 2.6 ในตอนต้นของการนำเสนอเนื้อหา ควรมีการชี้แนะคู่กันไปกับการตอบสนอง ต่อๆ ไป ให้ลดการชี้แนะและการนำทางออกไปทีละน้อย จนกว่าจะหมดโดยสิ้นเชิงเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองด้วยตนเองได้อย่างถูกต้องในที่สุด
- 2.7 เนื้อหาใดที่ต้องการเน้นหรือชี้แนะควรใช้เทคนิคพิเศษให้เห็นโดยเด่นชัด และ สะดุดตา
- 2.8 ควรใช้ศิลปะ หลักการออกแบบเข้ามาช่วยในกรณีที่จะเห็นว่าจะทำให้บทเรียน น่าสนใจยิ่งขึ้น
- 2.9 ในแต่ละหน่วยย่อยหรือแต่ละกรอบควรคำนึงถึงความยากของข้อความอย่าให้ยาวมากจะทำให้ไม่น่าสนใจ

3. นักเรียนควบคุมบทเรียน (Student control of the lesson)

การทำกิจกรรมของผู้เรียนในบทเรียนด้วยตนเองหลังจากให้ข้อมูลหรือเนื้อหาแล้ว ตอนท้ายของแต่ละหน่วยย่อย หรือแต่ละกรอบจะต้องมีการถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้โดยการตอบสนองบทเรียนตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ในกาให้ผู้เรียนตอบสนองบทเรียนนี้ ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 3.1 หลักเกณฑ์และวิธีการถามที่กำหนดหรือออกแบบไว้ ควรให้เหมาะสม
- 3.2 ความถี่ห่างในการถามและตอบ ควรให้พอดีกับเนื้อหา
- 3.3 รูปแบบของคำถามควรแตกต่างกันไป เพื่อไม่ให้น่าเบื่อ
- 3.4 ควรใช้รูปภาพประกอบในบางคำถามจะทำให้ที่น่าสนใจยิ่งขึ้น
- 3.5 ตำแหน่งของการตอบคำถาม ควรกำหนดให้ชัดเจนและอยู่ที่เดิม หรือใกล้เคียง ทำให้ผู้เรียนสังเกตได้ง่าย

4. การตัดสินคำตอบ (Judge Response)

เมื่อมีการตั้งคำถามและให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตอบสนองบทเรียนแล้วจะต้องมีการตัดสินใจในทันทีว่า ที่ผู้เรียนตอบมานั้นถูกหรือผิด ฉะนั้นในการตั้งคำถามควรคำนึงถึงผู้ตอบด้วยว่า ต้องการจะให้ผู้ตอบตอบไปในแนวใด คำตอบที่ถูกควรเป็นคำตอบที่ชัดเจนไม่กำกวม สามารถตัดสินใจได้ง่าย

5. การให้ผลป้อนกลับ (Feedback or Remediation)

เป็นกระบวนการต่อเนื่องมาจากตัดสินคำตอบ กล่าวคือ หลังจากผู้เรียนตอบคำถามหรือตอบหรือตอบสนองบทเรียนแล้ว จะต้องมีการแจ้งผลการตัดสินใจทราบโดยทันทีทันใดทุกครั้งว่า ที่ตอบไปนั้นถูกต้องหรือไม่ หลักการให้ข้อมูลป้อนกลับควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 5.1 ให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนองบทเรียน
- 5.2 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด
- 5.3 ถ้าผู้เรียนตอบผิดควรหลีกเลี่ยงการใช้ข้อมูลป้อนกลับที่ตื่นตา น่าสนใจมากกว่าการตอบถูก
- 5.4 ควรพิจารณาเลือกหาชนิดต่างๆ ของการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ผู้เรียนแต่ละวัยชอบ
- 5.5 ควรมีการประเมินผลผลสัมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับด้วย เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบถึงความก้าวหน้าของการเรียนว่าขณะนี้ใกล้บรรลุวัตถุประสงค์หรือยัง

6. การประเมินผล (Evaluation)

เมื่อได้สร้างบทเรียนแล้วจะต้องมีการประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยการนำไปทดลองใช้ โดยการทดลองใช้เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มเพื่อจะได้นำมาแก้ไข ปรับปรุงเรื่องต่างๆ ดังนี้

- 6.1 การใช้ภาษาและไวยากรณ์ ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจหรือไม่
- 6.2 การให้ข้อมูลหรือข้อความ และรูปภาพต่างๆ เหมาะสมหรือไม่
- 6.3 การตั้งคำถามและรายการอื่นๆ

- 6.4 เนื้อหาของบทเรียนเหมาะสมหรือไม่
- 6.5 ความน่าสนใจของบทเรียน
- 6.6 การทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่

7. จบบทเรียน (Closing)

หลังจากที่ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้จนถึงหน่วยสุดท้าย ก็แสดงว่าผู้เรียนสามารถเรียนจนจบบทเรียน หลังจากนั้นจะเป็นการประเมินว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ ถ้าผู้เรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ อาจจะมีคำถามว่าต้องการเรียนอีกหรือไม่ เพื่อให้ผู้เรียนตัดสินใจ ถ้าเรียนก็จะเริ่มต้นบทเรียนอีกครั้ง

เทคนิคการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial

การพัฒนาการของไมโครคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน ทั้งในด้านความสามารถของเครื่อง ความเร็ว ความจำ และการพัฒนาของภาษา ทำให้ความคิดค้นของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่อยากให้เห็นบทเรียนที่สร้างขึ้นน่าสนใจ ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนด้วยสี ด้วยภาพ ด้วยเสียง และด้วยกราฟิกที่ไม่ซ้ำอืดอาดเหมือนแต่ก่อนเป็นไปได้แล้ว

ขั้นตอนของการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปเป็นหลักในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนดังกล่าวดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Gagné คือ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2539)

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจให้อยากที่จะเรียน ดังนั้น บทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพสี และเสียงหรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาไปในตัว ตามลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ ก็คือการสร้าง Title ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้คือ Title นั้นควรจะออกแบบเพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่

ที่จอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่า Title ดังกล่าวต้องการ การตอบสนองจากผู้เรียน โดยผ่านทางแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่นการกดแคร่ยาว (Space Bar) หรือด้วยการกด Key ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

เพื่อที่จะเร้าความสนใจของผู้เรียน ผู้ที่ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะคำนึงถึง หลักการดังต่อไปนี้

- 1.1 ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา และกราฟิกนั้นควรจะมีขนาดใหญ่ และง่ายไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ควร สั้นและง่าย
- 1.3 ควรจะใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง และน้ำเงิน หรือสีเข้มอื่น ที่ตัด กับสีพื้นชัดเจน
- 1.4 ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
- 1.5 กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์หรือ Space Bar
- 1.6 ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกรื้อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
- 1.7 ควรใช้เทคนิคการเรียนรู้กราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว
- 1.8 กราฟิกนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้วต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย และการที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสาน แนวคิด ในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้วการวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนบทเรียนจะสามารถจำ และเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่า การบอกวัตถุประสงค์จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หากผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคำนึงถึง หลักเกณฑ์ต่อไปนี้

- 2.1 ใช้คำสั้นๆ ได้ใจความและเข้าใจง่าย
- 2.2 หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเข้าใจโดยทั่วไป
- 2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป
- 2.4 ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าหลังจากเรียนจบแล้ว จะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง
- 2.5 หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนหลายๆ บทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้างๆ แล้วควรจะตามด้วย Menu และหลังจากนั้นควรจะเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย
 - 2.6 การกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอทีละข้อ เป็นเทคนิคที่ดีแต่ทั้งนี้ควรคะเนเวลาระหว่างช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อดูวัตถุประสงค์ข้อต่อไปทีละข้อ
 - 2.7 เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจอาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต การใช้ภาพเคลื่อนไหวยังไม่จำเป็น

3. ทวนความรู้เดิม (Activate prior Knowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวคิดนั้นๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรม จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นก่อนที่จะได้รับความรู้ใหม่ ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้ว ยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย สิ่งที่คุณเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรคำนึงถึงในการออกแบบมีดังนี้

- 3.1 ไม่ควรคาดเดาเอาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากันควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้ เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
- 3.2 การทบทวนหรือทดสอบควรให้กระชับและตรงจุด
- 3.3 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจาก การทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
- 3.4 หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้เขียนโปรแกรมควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่เด็กมีประสบการณ์แล้ว
- 3.5 การกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบคำพูด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูด (ข้อความที่อ่าน) เพียงอย่างเดียวภาพช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ ในการเสนอเนื้อหาใหม่ให้นำสนใจผู้ออกแบบโปรแกรมควรต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้

- 4.1 ใช้ภาพประกอบเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
- 4.2 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
- 4.3 ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ใช้ตัวชี้แนะ (Cue) ในส่วนข้อความสำคัญ (ซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การติกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี ฯลฯ หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น "ดูที่ด้านล่างของภาพ..." เป็นต้น)
- 4.4 ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- 4.5 จัดรูปแบบของคำอ่านให้นำอ่าน หากเนื้อหายาวควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบตอน
- 4.6 ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย
- 4.7 หากการแสดงกราฟิกของเครื่องที่ใช้ทำซ้ำควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
- 4.8 หากเป็นจอสี ไม่ควรใช้เกิน 3 สี ในแต่ละกรอบ (รวมทั้งสีพื้น) ไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
- 4.9 คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คุ่นเคยและเข้าใจตรงกัน
- 4.10 นานๆ ครั้ง ควรจะให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นแทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว (เช่นบอกว่า "ลองพิมพ์คำว่า TREE สิ" หลังจากพิมพ์แล้วกด Enter จะปรากฏภาพต้นไม้ หรือพิมพ์คำว่า Balloon ไปปรากฏอยู่ในลูกโป่งที่วาดไว้แล้ว เป็นต้น)

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวการเรียนรู้ที่กระจำงชัด (Meaningful

Learning) นั้นทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือ การที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐาน ความรู้สึกและประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่

หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจใช้หลักของ "Guided Discovery" ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเองโดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงจนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง และเช่นกัน เทคนิคการให้ตัวอย่าง และให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างช่วยได้ในข้อนี้ นอกจากนั้นการใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ ข้อควรคำนึงถึงในการสอนขั้นนี้มีดังนี้

5.1 แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้น มีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

5.2 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้หรือประสบการณ์มาแล้ว

5.3 พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป (เพื่อช่วยอธิบาย Concept ใหม่ให้ชัดเจน เช่นตัวอย่างของถ้วยหลายๆ ชนิด หลายๆ ขนาด)

5.4 ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง (เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง) เช่น ให้อุณหภูมิของน้ำ ภาพของจาน ภาพแก้วน้ำ และบอกว่าเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น)

5.5 การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปมาเรื่อยๆ ถ้าเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปรูปธรรม

5.6 กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้ และประสบการณ์เดิม เช่น

คอมพิวเตอร์ : ครูคิดว่านักเรียนคงเคยเห็นแมงมุมนะ ลองคิดสักนิดว่าทำไมเราถึงเรียกมันว่าแมงมุม

หรือ คอมพิวเตอร์ : นักเรียนคงเคยเห็นขนไก่ เวลาตีลูกขึ้น ลูกที่มีขนมากจะตกช้าแต่ลูกที่มีขนน้อยจะตกเร็ว

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีกล่าวว่า จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับระดับขั้นตอนของการประมวลข้อมูลหากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วน

ที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถามการตอบในด้านการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าให้ผู้เรียนอ่าน หรือการลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหมือนอุปกรณ์อื่นๆ อย่างเช่น ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่นๆ ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนแบบ Non – Interactive คือ การเรียนจากคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมได้หลายลักษณะแม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรมและการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่ายและเมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนร่วมคิด การคิดนำหรือคิดตามย่อมมีส่วนร่วมประสาน ให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น เพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีดังนี้

- 6.1 พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ตลอดการเรียนบทเรียน
- 6.2 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ

เป็นบางครั้งคราวตามความเหมาะสม

- 6.3 ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
- 6.4 ถามคำถามเป็นช่วงๆ ตามความเหมาะสม
- 6.5 ระวังความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม
- 6.6 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถามหรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก

6.7 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดสักครั้งสองครั้งควรจะให้ Feedback แลกเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป

6.8 การตอบสนองที่มีผิดพลาดบ้างด้วยความเข้าใจผิด อย่างเช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 หรือ Space Bar ในการพิมพ์อาจเกินไปหรือขาดหายบางครั้งใช้ตัวพิมพ์บางครั้งอนุโลม

6.9 ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนกรอบเดียวกับคำถาม และ Feedback ควรจะอยู่บนกรอบเดียวกันด้วย

7. ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Provide Feedback)

การวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่นโดยการบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ Feedback เป็นภาพหรือ Visual Feedback นี้อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียน อาจต้องการดูว่าหากทำผิดมากๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น หลีกเลียงก็คือ Visual Feedback นี้ควรเป็นภาพในทาง Feedback เป็นภาพจะช่วยเร้าความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามการให้ Feedback บวก การกด Space Bar ไปเรื่อยๆ ไม่สนใจเนื้อหา ทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปคนถูกแฉวนคอเป็นต้น วิธีการ เช่น เรือแล่นเข้าหาฝั่ง รับประทานอาหารจานทรู ฯลฯ และจะไปถึงจุดมุ่งหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น เป็นต้น หลักเกณฑ์ต่อไปนี้เป็นคำแนะนำการให้ Feedback

- 7.1 ให้ Feedback ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง
- 7.2 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด
- 7.3 แสดงคำถาม คำตอบ และ Feedback บนกรอบเดียวกัน
- 7.4 ใช้ภาพฉายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- 7.5 หลีกเลียงผลทางภาพ (visual Effects) หรือการให้ Feedback ที่ตื่นตา

หากผู้เรียนทำผิด

- 7.6 อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาโดยตรงได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริงๆ
- 7.7 ใช้เสียงไต่ขึ้นสูงสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และไล่ลงต่ำหากตอบผิด
- 7.8 เฉลยคำตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง
- 7.9 ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้ไกลจากเป้าหมาย
- 7.10 ไล่ Feedback เพื่อเร้าความสนใจ

8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นบทเรียนโปรแกรมการทดสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบในช่วงท้ายบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยัง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนแล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนอีกด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ข้อแนะนำต่างๆ ในการออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบในขั้นนี้ มีดังนี้

- 8.1 แนใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- 8.2 ข้อทดสอบ คำตอบ และ Feedback อยู่บนกรอบเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว
- 8.3 หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าต้องการจะทดสอบการพิมพ์
- 8.4 ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถามหากว่าใน 1 คำถาม มีคำถามย่อยอยู่ด้วย ให้แยกเป็นหลายๆ คำถาม
- 8.5 บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น
- 8.6 บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ อย่างเช่น HELP OPTION
- 8.7 คำนึงถึงความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
- 8.8 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษร แต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ใช่บอกว่าตอบผิด
- 8.9 อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบอย่างเหมาะสม
- 8.10 ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากพิมพ์ผิดพลาด หรือเว้นบรรทัด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็ก แทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

9. การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอของ Gagné นั้น ในขั้นท้ายนี้ จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาที่ก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงขอเสนอแนะข้อควรปฏิบัติดังนี้

- 9.1 บอกผู้เรียนว่าบทเรียนใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร
- 9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อการสรุป
- 9.3 เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์
- 9.4 บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื้อ

สื่อการสอน (Instructional Media)

สื่อการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหา เกิดทักษะกระบวนการ และความรู้สึกรู้สึกนึกคิดต่างๆ อันจะนำไปสู่จุดหมายของหลักสูตร (จินตนา ไบกาซูยี, 2539)

การจัดการเรียนการสอน โดยการนำเอาสื่อเข้ามามีบทบาทนั้น คือสิ่งที่เราเรียกชื่อเฉพาะของมันในหลายรูปคำศัพท์ อาทิ เทคโนโลยีทางการสอน (Instructional Technology) สื่อการสอน (Instructional Media) อุปกรณ์ช่วยสอน (Teaching Aids) และ โสตทัศนูปกรณ์ (Audiovisual) เป็นต้น โดยจุดหมายก็คือ การนำเอาเทคโนโลยีซึ่งเป็นระบบการประยุกต์ผลิตรวมทางวิทยาศาสตร์ (ในแง่วัสดุ) และผลิตรวมทางวิทยาศาสตร์ (ในแง่เครื่องมือ) โดยยึดหลักทางพฤติกรรมศาสตร์ (ในแง่วิธีการ) มาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพทางการศึกษาให้สูงขึ้น (จริยา เหนียนเจलय, 2535) สื่อการสอนช่วยจัดและเสริมประสบการณ์เรียนของนักเรียน ช่วยให้ครูสอนเนื้อหาวิชาที่มีความหมายต่อชีวิตของเด็ก ช่วยให้ครูแนะนำนักเรียนให้มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่พึงปรารถนาโดยใช้สื่อต่างๆ และช่วยให้ครูสามารถสอนได้รวดเร็ว และถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้สื่อการสอนยังมีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการ คือช่วยให้การเรียนรู้ถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย สร้างความสนใจตลอดจนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น สำหรับสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ที่ให้ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ได้แก่ สื่อที่ให้ประสบการณ์ตรง สื่อสิ่งพิมพ์ และโสตทัศนูปกรณ์ต่างๆ (Erickson, 1972) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีและได้ผล ควรเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมือนกับกิจกรรมการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้จากกระทำที่ได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนการสอนประเภทใดประเภทหนึ่ง จนเกิดการรับรู้ การคิด การกระทำซึ่งนำไปสู่การสรุปหรือค้นพบด้วย ดังนั้นสื่อที่ให้ประสบการณ์ตรงจึงเป็นสื่อที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในทุกลำดับขั้นตอนของการสอน ประสบการณ์ตรงในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึงการหาโอกาสให้ผู้เรียนได้รับรู้ กระทำ ทดลอง และสังเกตจากสถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียน (ภาพ เลานไพนูลย์, 2540)

ความหมายของสื่อการสอน

นักเทคโนโลยีหลายท่านได้ให้ความหมาย "สื่อการสอน (Instructional Media)" ดังนี้

วิรุห์ ลิลาพฤธี (2521) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุอุปกรณ์การสอนต่างๆ ที่ครูนำมาช่วยในการสอน เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งตัวบุคคลด้วย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525) ได้ให้ทัศนะว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ (สิ่งสิ้นเปลือง) อุปกรณ์ (เครื่องมือที่ไม่ผูกพันได้ง่าย) และวิธีการ (กิจกรรม ละคร เกม การทดลอง ฯลฯ) ที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ (อารมณ์ ความรู้สึก ความสนใจ ทัศนคติ และค่านิยม) และทักษะไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วชิราพร อัจฉริยโกศล (2527) สื่อการสอนเป็นสิ่งที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียน โดยมุ่งให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน

Louis Shores (1960) กล่าวว่า สื่อการสอนเป็นตัวกลางในการติดต่อซึ่งใช้โดยครูและนักเรียน เพื่อความเจริญก้าวหน้าในการเรียนรู้ ภายใต้คำนิยามนี้เครื่องมือการสอนทุกชนิดจึงเป็นสื่อการสอน เช่น หนังสือในห้องสมุด โสตทัศนูปกรณ์ โทรทัศน์ วิทยุ สไลด์ फिल्मสตริป รูปภาพ แผน ที่ ของจริง ทรัพยากร เป็นต้น

Brown และ คณะ (1973) ได้ให้ความหมายสื่อการสอน ได้แก่ อุปกรณ์ทั้งหลายที่ช่วยเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียนจนเกิดผลการเรียนที่ดี ทั้งนี้หมายความรวมถึง กิจกรรมต่างๆ ที่ไม่เฉพาะแต่สิ่งที่เป็นวัตถุ หรือเครื่องมือเท่านั้น เช่น การศึกษานอกสถานที่ การแสดงบทบาท นาฏการ การสาธิต การทดลอง ตลอดจนการสัมภาษณ์ และการสำรวจ เป็นต้น

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ รวมถึงกิจกรรมต่างๆ หรือสิ่งใดก็ตามที่ผู้สอนใช้เป็นสื่อกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

คุณค่าของสื่อการสอน

จำเนียร ศิลปวานิช (2538) ได้แบ่งได้ 3 ด้าน คือ

1. คุณค่าด้านวิชาการ

1.1 ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง และเรียนได้ดีกว่า ได้มากกว่าที่ไม่ใช้สื่อการสอน

1.2 ลักษณะที่เป็นรูปธรรมของสื่อ การสอนช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสิ่งต่างๆ ได้กว้างขวางและเป็นแนวทางให้เข้าใจสิ่งอื่นๆ ได้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยส่งเสริมด้านความคิดและการแก้ปัญหาอีกด้วย

1.3 ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า สื่อการสอนให้ประสบการณ์ที่เป็นจริงแก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนรู้อย่างถูกต้อง ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนจดจำเรื่องราวต่างๆ ได้มากและจำได้นาน

1.4 สื่อการสอนบางชนิด เช่น ภาพยนตร์ ภาพนิ่ง จะช่วยเร่งทักษะในการเรียนรู้

2. คุณค่าทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้

2.1 ความสนใจและต้องการเรียนในสิ่งต่างๆ มากขึ้น เช่น การอ่าน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จินตนาการ การแก้ปัญหาและความซาบซึ้งในคุณค่า

2.2 สื่อการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดเป็นอย่างดีเหมือนกันทั้งมีเจตคติของผู้เรียนด้วย

2.3 สื่อการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจและช่วยผู้กระทำกิจกรรมด้วยตนเอง

3. คุณค่าทางด้านเศรษฐกิจการศึกษา

3.1 สื่อการสอนช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้าเรียนได้เร็วและมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่ฉลาดก็จะเรียนรู้ได้มากขึ้นไปอีก

3.2 การสอนโดยการอธิบายเพียงอย่างเดียว เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเด็กจะลืมนได้ง่าย ถ้าใช้สื่อการสอนจะช่วยขจัดความสิ้นเปลือง และยังช่วยให้ครูที่สอนดีอยู่แล้ว สอนได้ดียิ่งขึ้น

3.3 สื่อการสอนช่วยขจัดปัญหาเรื่องสถานที่ เวลา และระยะทาง เช่น สามารถนำสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมาศึกษาได้ สามารถนำสิ่งที่อยู่ไกลเกินไปมาศึกษาได้ และสามารถนำสิ่งที่เล็กหรือใหญ่เกินไปมาศึกษาได้ เป็นต้น

3.4 สื่อการสอนช่วยลดการตกซ้ำชั้นของนักเรียนได้จำนวนมาก

สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ (Science Instructional Media)

นิคม ทาแดง (2526) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง สิ่งต่างๆ ทั้งทางด้านกายภาพและจิตภาพ ที่ก่อให้เกิดสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ กระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สิ่งต่างๆ นั้นได้แก่วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องจักรของจริง และสัญลักษณ์ต่างๆ รวมทั้งสถานการณ์ที่เกิดจากกิจกรรมของผู้สอนและผู้เรียน

พงศ์ศักดิ์ ภูมิศิริไพบุลย์ (2535) กล่าวว่าสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีความจำเป็นต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างยิ่ง และมีหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งครูอาจารย์ผู้สอนต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการผลิต จัดหาซ่อมแซม บำรุงรักษาให้พร้อมทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ตลอดจนสามารถใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระรายวิชาและสถานการณ์เกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพ

ภพ เลหาโทบุลย์ (2540) กล่าวถึงสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ว่า

1. ในการเรียนการสอน จำเป็นต้องใช้สื่อการเรียนการสอนเป็นสื่อกลาง ในการเปลี่ยนเนื้อหาและความคิดระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ให้มีการถ่ายทอดความรู้กระบวนการแสวงหาความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. การใช้สื่อการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องของสื่อ ความสอดคล้องกับขั้นตอนการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ปรัชญาของหลักสูตร ความปลอดภัย ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การถ่ายโยงการเรียนรู้ การประหยัดและประสิทธิภาพของสื่อ
3. การแบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้แก่ การแบ่งประเภทตามลักษณะประสบการณ์ของผู้เรียน ตามลักษณะสื่อในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน และตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ
4. การจัดระบบของสื่อการเรียนการสอนทั่วไปประกอบด้วย สิ่งที่ย้อนเข้าไป การดำเนินการผลิตหรือใช้ และผลที่ได้ออกมา ซึ่งการจัดระบบแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนกำหนดเกณฑ์ของกระบวนการ ขั้นสร้างรูปแบบของระบบ ขั้นทดลองระบบ และขั้นใช้ระบบ
5. ประโยชน์ของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ได้แก่ ช่วยสร้างความสนใจ ตลอดจนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนในการเรียนการสอนช่วยให้การเรียนรู้ถูกต้องชัดเจนเข้าใจง่าย สื่อที่ให้ประโยชน์ต่อ

การเรียนการสอนเป็นอย่างมากและใช้แพร่หลายได้แก่ สื่อที่ให้ประสบการณ์ตรง เช่น การศึกษานอกสถานที่ การพบผู้ชำนาญเฉพาะด้าน การทำการทดลอง

6. ในการเลือกสื่อการเรียนการสอน ควรเลือกสื่อที่ให้ประสบการณ์ตรงจะดีที่สุดและให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนการสอน

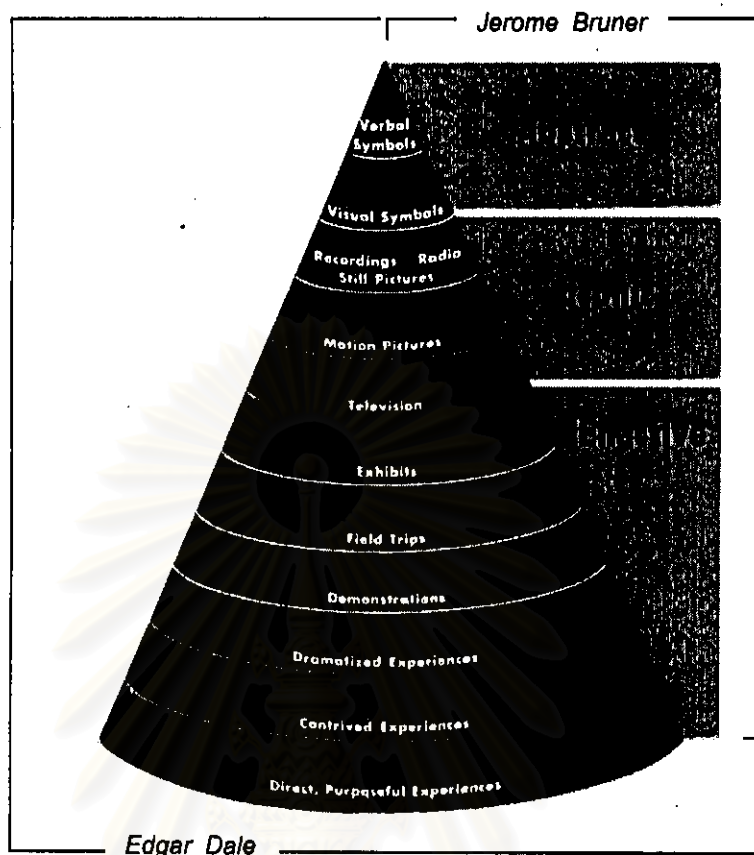
จากความหมายของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ของจริง หรือกิจกรรมต่างๆ ที่ครูผู้สอนนำมาใช้เป็นสื่อกลางในการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับขั้นตอนการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มีผลทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ถูกต้องเหมาะสม

ประเภทของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์

การแบ่งสื่อการสอนที่ให้ความสะดวกในการพิจารณาเลือกและใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การแบ่งประเภทของสื่อการสอนตามลักษณะประสบการณ์ของผู้เรียน การแบ่งประเภทของสื่อการสอนตามลักษณะสื่อในกระแสความคิดของผู้เรียน และการแบ่งประเภทของสื่อการสอนตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2540)

1. การแบ่งประเภทของสื่อการสอนตามลักษณะประสบการณ์ของผู้เรียน

Edgar Dale ได้แบ่งสื่อการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์ที่ผู้เรียนจะได้รับจากการใช้สื่อจากประสบการณ์ตรงหรือรูปธรรม มนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีขึ้นหากการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์รูปธรรม (Concrete) และการเรียนรู้จะน้อยลงหากการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์นามธรรม (Abstract) จึงแบ่งสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 10 ประเภท เรียกว่า กรวยประสบการณ์ (The cone of experience) โดยเรียงลำดับจากประสบการณ์ที่มีความเป็นรูปธรรม สามารถรับรู้และเรียนรู้ได้ง่ายที่สุด ถูกต้องและประทับใจมากที่สุด โดยเรียนจากประสบการณ์ตรง (Direct purposeful Experience) ไปสู่ประสบการณ์ที่เป็นนามธรรม โดยลดความเป็นรูปธรรมลงเป็นลำดับจนถึงประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมมากที่สุด นั่นคือ วจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbols) ซึ่งได้แก่ ภาษาพูดภาษาเขียน (Edgar Dale, 1961) ดังภาพ



ภาพที่ 2 : กรวยประสบการณ์ (The cone of experience) ของ Edgar Dale
โดยเปรียบเทียบกับลักษณะสำคัญในการเรียนรู้ของ Jerome Bruner

Edgar Dale ได้จัดแบ่งสื่อการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสื่อสื่อทัศนูปกรณ์ต่างๆ ในขณะที่เดียวกันก็เป็นการแสดงขั้นตอนของประสบการณ์การเรียนรู้และการใช้สื่อแต่ละประเภทในกระบวนการเรียนรู้ด้วย โดยพัฒนาความคิดของ Jerome Bruner ซึ่งเป็นนักจิตวิทยา นำมาสร้างเป็น "กรวยประสบการณ์" (Cone of Experiences) โดยการแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1.1 ประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนเจตนารับเป็นสื่อของจริง (Direct purposeful experiences) เป็นประสบการณ์ขั้นที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด โดยการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงจากของจริง สถานการณ์จริง หรือด้วยการกระทำของตนเอง เช่น การจับต้องและการเห็น เป็นต้น

1.2 ประสบการณ์จำลอง (Contrived experiences) เป็นการเรียนรู้โดยการให้ผู้เรียน เรียนจากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ในการเรียนการสอนผู้สอนไม่สามารถจัดประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียนได้เสมอไป บางครั้งประสบการณ์ตรงนั้นไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้จริง อาจเป็นอันตราย ของจริงอาจเป็นขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กเกินไป มีความซับซ้อน อยู่ไกลเกินกว่าที่จะ นำมาศึกษาได้ จึงต้องจำลองหรือเลียนแบบให้มีลักษณะที่ใกล้เคียงหรือเหมือนจริงที่สุด เพื่อความ สะดวก ปลอดภัยและเข้าใจได้ง่าย เช่น สถานการณ์จำลอง หุ่นจำลอง เป็นต้น

1.3 ประสบการณ์นาฏการหรือการแสดง (Dramatized experiences) เป็นการ แสดงบทบาทสมมติหรือการแสดงละคร เป็นการจำลองสถานการณ์อย่างหนึ่ง แต่ไม่คำนึงถึงความ เหมือนหรือใกล้เคียงกับประสบการณ์จริงเท่ากับประสบการณ์จำลอง เป็นการจัดประสบการณ์ให้ แก่ผู้เรียนในเรื่องที่มีข้อจำกัดด้วยบุคคลมี เวลาและสถานที่ เช่น เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ หรือ เรื่องราวที่เป็นนามธรรม เป็นต้น เป็นสถานการณ์จำลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์และกระบวนการบางอย่างได้ดี

1.4 การสาธิต (Demonstrations) เป็นการแสดงหรือกระทำประกอบด้วยคำ อธิบายหรือบรรยายกระบวนการของการกระทำนั้นๆ อย่างมีขั้นตอนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ เป็น ประสบการณ์ที่ได้จากสื่อซึ่งอาจเป็นสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริง แต่เป็นสื่อที่มีจำนวน น้อยจึงสาธิตให้ดูเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตและรวบรวมข้อมูลพร้อมกันหลายคน

1.5 การศึกษานอกสถานที่ (Field trips) เป็นการให้ผู้เรียนได้รับและเรียนรู้ ประสบการณ์ต่างๆ ภายนอกสถานที่เรียน อาจเป็นการเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ การสัมภาษณ์บุคคล ต่างๆ ฯลฯ เป็นต้น เป็นประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการเรียนการสอนที่เป็นวัตถุ สถานการณ์ หรือ ปรากฏการณ์จริง เป็นการพาผู้เรียนไปยังแหล่งของสื่อ ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียน รู้หลายด้าน เช่น การศึกษาลักษณะของใบไม้้นอกห้องเรียน เป็นการนำสู่ปัญหา หรือการสรุปบท เรียน เป็นการยืนยันข้อสรุปที่ได้จากการเรียนในห้องเรียน

1.6 นิทรรศการ (Exhibitions) สื่อที่ให้ประสบการณ์ในลักษณะการนิทรรศการนี้ อาจจะเป็นทั้งของจริงและสิ่งจำลองต่างๆ เป็นการจัดป้ายนิเทศ ฯลฯ เพื่อให้สาระประโยชน์และ ความรู้แก่ผู้ชม หรือแสดงกระบวนการทำงานโดยใช้สื่อและเทคนิควิธีการหลายรูปแบบ ซึ่งจะสร้าง ความเข้าใจให้แก่ผู้ชม โดยการนำประสบการณ์หลายอย่างผสมผสานกันมากที่สุด เช่น การแสดง ผลงานของนักเรียน เป็นต้น

1.7 โทรทัศน์การศึกษาและภาพยนตร์ (Educational television and motion pictures) เป็นประสบการณ์ที่ให้ทั้งภาพเคลื่อนไหวและมีเสียงประกอบ เป็นประสบการณ์ที่ให้

ผู้เรียนได้เรียนด้วยการเห็นและได้ยินเสียง เหตุการณ์เรื่องราวต่างๆ โดยใช้ประสาทตาและหู ทำให้เข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ดีขึ้น สามารถนำประสบการณ์ที่เป็นอดีตหรืออยู่ห่างไกลมาเรียนได้ สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ปกติวิสัยของมนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น สิ่งที่เล็กเกินไปหรือใหญ่เกินไป สิ่งที่เคลื่อนไหวช้ามากหรือเร็วมาก เป็นต้น โทรท์สก็ยังสามารถถ่ายทอดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะนั้นให้เห็นและได้ยินเสียงเหมือนกับอยู่ในสถานการณ์จริง ในขณะที่ภาพยนตร์ไม่สามารถทำได้ Edgar Dale จึงลำดับให้โทรท์สก็เป็นรูปธรรมมากกว่าภาพยนตร์ แต่อย่างไรก็ดีทั้งภาพยนตร์และโทรท์สก็ก็ยังจัดอยู่ในชั้นเดียวกัน คือสามารถให้ทั้งภาพและเสียง

1.8 ภาพนิ่ง วิทญ์ การบันทึกเสียง (Still pictures, radio, recordings) เป็นประสบการณ์ที่สามารถสัมผัสได้เพียงด้านเดียว เช่น ภาพนิ่งอาจเป็นรูปภาพ สไลด์ โดยเป็นภาพวาด ภาพถ่าย หรือภาพเหมือนจริงก็ได้ ภาพนิ่งสัมผัสได้ด้วยการเห็นหรือมองดูเท่านั้น ส่วนวิทญ์และการบันทึกเสียง สามารถสัมผัสได้ด้วยการฟังเสียงเพียงด้านเดียวเช่นกัน แต่การบันทึกเสียงสามารถนำมาฟังได้หลายครั้ง ในขณะที่วิทญ์ให้ข่าวสารหรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ข้อมูลที่อยู่ในสื่อชั้นนี้จะให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนที่ถึงแม้จะอ่านหนังสือไม่ออก แต่ก็สามารถจะเข้าใจเนื้อหาเรื่องราวที่สอนได้ เนื่องจากเป็นการฟังหรือดูภาพเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องอ่าน

1.9 ทิศัญลักษณ์ (Visual symbols) ประสบการณ์ชั้นนี้มีความเป็นนามธรรมที่สุด เป็นสัญลักษณ์ที่สามารถรับรู้ได้ด้วยการมองหรือสัมผัสได้ด้วยตา อาจเป็นสัญลักษณ์ทางภาพ โครงร่างต่างๆ ตลอดจนภาพหรือเครื่องหมายต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นสัญลักษณ์แทนความเป็นจริงของสิ่งต่างๆ เช่น แผนที่ แผนภูมิ แผนสถิติ หรือเครื่องหมายต่างๆ หรือข้อมูลที่ต้องการให้เรียนรู้

1.10 วจนัญลักษณ์ (Verbal symbols) เป็นประสบการณ์ชั้นที่เป็นนามธรรมมากที่สุด เป็นสัญลักษณ์ทางภาษา ทั้งภาษาพูดและภาษาเขียน ได้แก่ สูตร สัญลักษณ์ คำว่าต่างๆ การใช้วจนัญลักษณ์จะต้องอาศัยการตีความหมายการใช้ภาษาที่ถ่ายทอดการเข้าใจจึงจะได้ผลดี เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการเสนอเนื้อหา มโนคติ หลักการ ทฤษฎี หรือ กฎบางอย่างได้ดี

การใช้กรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale จะเริ่มต้นด้วยการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอยู่ในเหตุการณ์หรือการกระทำจริง เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงเกิดขึ้นก่อน แล้วจึงเรียนรู้โดยการเล่าสังเกตในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นขั้นต่อไปของการได้รับประสบการณ์รอง ต่อจากนั้นจึงเป็นการเรียนรู้ด้วยการรับประสบการณ์โดยผ่านสื่อต่างๆ และท้ายที่สุดเป็นการให้ผู้เรียนเรียนรู้จากสัญลักษณ์ซึ่งเป็นเสมือนตัวแทนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

2. การแบ่งประเภทของสื่อการสอนตามลักษณะสื่อในกระแสดความคิดของผู้เรียน

Jerome Bruner ศาสตราจารย์ทางจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ซึ่งอธิบายว่า คนเราจะเกิดความรู้ความเข้าใจสิ่งแวดล้อมได้โดยที่สิ่งแวดล้อมที่เป็นวัตถุ ปรากฏการณ์ หรือ สถานการณ์ทำให้เกิดสื่อหรือสิ่งแทนในกระแสดความคิดด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสามด้าน จึงออกแบบโครงสร้างของกิจกรรมการสอนนั้นจะต้องเป็นการให้ผู้เรียนได้เริ่มจากประสบการณ์ตรงหรือ การกระทำโดยตรง (Enactive) ไปสู่ประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยภาพ (Iconic) ซึ่งเป็นตัวแทนของ ประสบการณ์จริง เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ ฯลฯ และเรื่อยไปสู่ลักษณะที่เป็นสัญลักษณ์ หรือการเรียนรู้ด้วยนามธรรม (Abstract) เช่น คำ ภาษา เมื่อเปรียบเทียบกรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale กับลักษณะสำคัญ 3 ประการของการเรียนรู้ของ Jerome Bruner แล้วจะเห็นได้ว่า มีลักษณะที่ใกล้เคียงและเป็นคู่ขนานกัน เมื่อพิจารณาจากกรวยประสบการณ์ของ Edgar Dale แล้ว จากฐานของกรวยขึ้นไป 6 ขั้นตอน จะเป็นการที่ผู้เรียนเรียนโดยการได้ประสบการณ์ด้วย ตนเอง จากการกระทำ การมีส่วนร่วมในรูปแบบต่างๆ ของประสบการณ์ที่เป็นจริง และการ สังเกตจากของจริง หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งเปรียบเทียบกับกับการเรียนรู้ด้วยการกระทำ ใน ขั้นตอนที่ 7-9 เป็นการที่ผู้เรียนสังเกตเหตุการณ์หรือรับประสบการณ์จากการถ่ายทอด โดยสื่อ ประเภทภาพ และเสียง เช่น จากโทรทัศน์และวิทยุ เป็นต้น เสมือนเป็นการเรียนรู้ด้วยภาพ และใน 2 ขั้นตอนสุดท้าย เป็นขั้นตอนของการที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากสัญลักษณ์ในรูปแบบของตัว อักษร เครื่องหมายหรือคำพูด ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมมากที่สุด (วารินทร์ รัตมีพรหม, 2531 ; วาสนา ชาวหา, 2533)

ดังนั้นสื่อในที่นี้จึงหมายถึงสื่อที่เป็นวัตถุหรือสถานการณ์ กับสื่อที่เป็นลักษณะของ ความคิด ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540)

2.1 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดประสบการณ์ตรง ทำให้เกิดการกระทำเคลื่อนที่ ของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจขั้น ได้แก่ สื่อของจริง สถานการณ์จำลอง นาฏการ การ สาธิต การศึกษานอกสถานที่ นิทรรศการ

2.2 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยภาพ เป็นประสบการณ์ที่ผู้ เรียนเกิดการเรียนรู้จากการสังเกตโดยทางอ้อมจากภาพ ได้แก่ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ ภาพนิ่ง วิทยุ การบันทึกเสียง

2.3 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดประสบการณ์จากสัญลักษณ์ เป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนเรียนรู้จากสัญลักษณ์ ได้แก่ สื่อทัศนสัญลักษณ์ และสื่อภาษา

3. การแบ่งประเภทของสื่อการสอนตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ

การแบ่งประเภทของสื่อการสอนตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ เป็นการแบ่งประเภทตามเนื้อวัตถุและลักษณะขององค์ประกอบของสื่อ นั้น นิยมแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทวัสดุ ประเภทเครื่องมือหรืออุปกรณ์ และประเภทเทคนิคหรือวิธีการ เพื่อให้ครูวิทยาศาสตร์จัดประเภทสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ดังนี้

3.1 สื่อประเภทวัสดุ (Software or material) จัดเป็นสื่อเล็ก (Small media) ได้แก่ วัสดุสิ้นเปลือง วัตถุ ธาตุ สารประกอบ ตลอดจนทั้งวัสดุซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่มีการใช้สิ้นเปลือง บุปสลาย ผุพังได้ง่าย ที่ใช้เป็นการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนมาก ได้แก่ สารเคมีต่างๆ แม่เหล็ก ไฟฟ้า เครื่องเขียน ตัวอย่างวัสดุสิ่งของ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต แผนภาพต่างๆ ภาพถ่าย หนังสือ แผ่นโปร่งใส สไลด์และฟิล์มสตริป แผ่นเสียงและเทปบันทึกเสียง ฟิล์มภาพยนตร์ และเทปบันทึกภาพ เป็นต้น สื่อการสอนประเภทวัสดุยังสามารถจำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ วัสดุที่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์จึงจะสามารถเสนอเรื่องราวความรู้ได้ เช่น ฟิล์ม เทปเสียง แผ่นเสียง เป็นต้น กับวัสดุที่สามารถเสนอเรื่องราว ความรู้ เนื้อหาสาระไปสู่ผู้เรียนด้วยตัวเองโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์แต่อย่างใด เช่น หนังสือ แผนภูมิ รูปภาพ หุ่นจำลอง แผนที่ สารเคมีต่างๆ ตัวอย่างวัสดุสิ่งของ เป็นต้น

3.2 สื่อประเภทเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Hardware or equipment) เป็นสื่อการสอนที่มีความคงทนถาวรจัดเป็นสื่อใหญ่ (Big media) นำมาใช้ได้หลายครั้ง เป็นสื่อการสอนที่เป็นตัวกลางซึ่งเป็นทางผ่านของความรู้หรือเรื่องราวเท่านั้น โดยตัวเองแล้วไม่ได้บรรจุเนื้อหาสาระความรู้ใดๆ จึงไม่สามารถจะสื่อความหมายไปยังผู้เรียนได้ แต่ต้องอาศัยสื่อประเภทวัสดุมาใช้ควบคู่กัน เช่น เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องเล่นวีดิโอเทป โทรทัศน์ เครื่องมือสำหรับการทดลอง เป็นต้น สื่อเหล่านี้มักจะมีราคาแพง แต่มีความคงทนใช้ได้ยาวนานและใช้กับสื่อประเภทวัสดุใหม่ๆ ได้ตลอดไป

3.3 สื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการ (Technique and method) สื่อการสอนประเภทนี้ไม่จัดอยู่ในประเภทวัสดุหรือเครื่องมือ แต่อาศัยสื่อประเภทวัสดุหรือเครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างมาใช้ร่วมกันในลักษณะกิจกรรมหรือวิธีการ การจัดระบบ เกม โดยให้ผู้

เรียนกระทำเพื่อถ่ายทอดความรู้หรือกระบวนการ เช่น กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเข้าแถวหน้ากระดานเรียงหนึ่ง ยืนลูกบอลสีเหลืองส่งต่อๆ กันไปโดยผู้เรียนไม่ต้องเคลื่อนที่ เพื่อแสดงลักษณะการนำความร้อน วัสดุที่ใช้ประกอบคือลูกบอลสีเหลืองนั้นไม่ใช่ส่วนสำคัญ อาจใช้หนังสือ ไม้ ก้อนหิน ฯลฯ แทนก็ได้เพื่อสมมติเป็นพลังงานความร้อนเท่านั้น สื่อการสอนประเภทเทคนิคหรือวิธีการที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนมาก คือ การสาธิต การทดลอง เกม การแสดงบทบาทสมมติ การจำลองสถานการณ์ การฝึกปฏิบัติจริงหลังจากเรียนทฤษฎีแล้ว ทัศนศึกษา การทำกิจกรรม เป็นต้น

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีและได้ผล ควรเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมือนกับกิจกรรมการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้จากการที่ได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนการสอนจนเกิดการรับรู้ การคิด การกระทำซึ่งนำไปสู่การสรุปหรือค้นพบด้วย ดังนั้นสื่อที่ให้ประสบการณ์ตรงจึงเป็นสื่อที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในทุกลำดับขั้นตอนของการสอน ประสบการณ์ตรงในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึงการหาโอกาสให้ผู้เรียนได้รับรู้ กระทำ ทดลอง และสังเกตจากสถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียน (ภพ เลานไพบูลย์, 2540) วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีการปฏิบัติเพื่อความรู้ (Science is an active mode of knowledge) โดยอาศัยเหตุผลและการจินตนาการเป็นพื้นฐานและมีการทดลองเป็นปัจจัยสำคัญเพื่อตรวจสอบ ยิ่งกว่านั้นนักวิทยาศาสตร์มิได้ปักใจเชื่อว่า วิทยาการใหม่ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์หังปวงได้ค้นพบนั้น จะเป็นข้อเท็จจริงที่ถูกต้องที่สุด แต่จะเป็นความรู้ที่มีการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา (มังกรทองสุคติ, 2521) จากการศึกษาของ Robert Charles (1987) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านปฏิบัติการทดลอง การพัฒนาสติปัญญา และกลวิธีการสอนของนักเรียนที่เรียนชีววิทยา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่เรียนชีววิทยาระดับ 9 ในโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัยเทมเปิล ผลการวิจัยพบว่า 1. ความรู้ด้านปฏิบัติการ ระดับการพัฒนาการทางสติปัญญา และกลวิธีการสอนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2. กลวิธีการสอนที่แตกต่างกัน ทำให้การพัฒนาสติปัญญาต่างกัน และ 3. กลวิธีการสอนที่เลือกใช้การปฏิบัติการทดลองทำให้เพิ่มความรู้ ความเข้าใจมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2522) ได้มีการกำหนดกิจกรรมหลักในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. การทดลอง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน

การทดลอง เป็นกิจกรรมที่สำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถมองเห็นปัญหา เมื่อผลการทดลองแตกต่างออกไป ทั้งนี้เพราะในระหว่างทดลองนักเรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ เช่น การสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือ การควบคุมตัวแปร การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล ด้วยตนเองทั้งสิ้น

ส่วนการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียนนั้น ในหนังสือวิชาวิทยาศาสตร์จึงเขียนในลักษณะที่นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหาและเสนอแนะการทดลองหรือข้อมูล พร้อมทั้งให้แนวตอบคำถามประกอบเพื่อจูงใจนักเรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นในการสอนครูจึงเป็นผู้นำอภิปรายก่อนโดยตั้งปัญหาเป็นลำดับแรก แล้วนักเรียนและครูจึงอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปัญหานั้น ขึ้นต่อไปจึงให้นักเรียนทำการทดลอง และขั้นสุดท้ายเป็นการอภิปรายหลังการทดลอง ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูจะต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้แนวคิดหรือหลักการที่สำคัญของบทเรียนนั้นๆ

การทดลองเป็นวิธีการทำงานอย่างมีระเบียบและมีหลักการ เพื่อจะหาคำตอบของคำถามที่ว่าถ้าทำอย่างนี้แล้ว ภายใต้อะไรที่ควบคุมอย่างนี้แล้ว จะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ผู้กระทำการทดลองจะใส่ตัวแปรที่ต้องการดูผลกระทบของมันลงไป หรือไม่ก็จัดสภาพสิ่งแวดล้อมใหม่ แล้วสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของวัตถุที่ถูกกระทำหรือสังเกตคุณภาพการณ์ที่เปลี่ยนไป (Best, 1970) การเรียนโดยวิธีให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ปฏิบัติการทดลองหาคำตอบด้วยตัวเอง ช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียน จำเนื้อหาได้มาก และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีกว่าการเรียนแบบท่องจำหรือแบบบรรยาย (McDonald, 1969)

ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง

วิทยาศาสตร์กับการทดลองเป็นของคู่กัน การทดลองเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือกระทำหรือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้

วิธีสอนแบบทดลอง อาจเรียกว่า วิธีปฏิบัติการ (Laboratory Method) ซึ่งมีความหมายเหมือนกัน วิธีปฏิบัติการ หมายถึงการสอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือกระทำหรือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรง และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งวิธีปฏิบัติการทดลองมีข้อดีดังนี้ (น้อมฤดี จงพยุหะ, 2519)

1. เรียกร้องความสนใจและความตั้งใจของนักเรียนได้ดี
2. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนแจ่มแจ้ง
3. นักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำ
4. นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง
5. นักเรียนสนุกและพอใจในการเรียน
6. ส่งเสริมทักษะในการใช้เครื่องมือ
7. ส่งเสริมการทำงานเป็นหมู่
8. ส่งเสริมให้เป็นคนช่างสังเกต
9. ส่งเสริมให้เป็นคนมีความคิด มีเหตุผล
10. ส่งเสริมให้เรื่ออย่างมีเหตุผล มีการพิสูจน์ทดลอง

กึ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2521) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองไว้ว่า การปฏิบัติการทดลอง เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และได้ฝึกทักษะกระบวนการอันเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้รู้จักรับผิดชอบร่วมกัน และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

มังกร ทองสุชาติ (2525) ได้ให้ความสำคัญของการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนจะได้รับประโยชน์จากการได้ลงมือปฏิบัติ ดังนี้

1. ได้รู้วิธีแก้ปัญหา
2. รู้จักวิธีการสังเกตอย่างรอบคอบ
3. มีวิธีการคิดหาเหตุผลในรูปต่างๆ
4. ได้ฝึกการใช้ข้อมูลอย่างมีระบบ
5. ช่วยส่งเสริมให้เกิดความสนใจในสิ่งแวดลอม
6. กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525) ได้ให้ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองว่า การทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ของทักษะกระบวนการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่าการทดลองเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ที่สำคัญอย่างยิ่ง

จุจ วรังษี (2526) ได้กล่าวถึงการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ว่า วิชาวิทยาศาสตร์ถือว่าการทดลองเป็นสิ่งสำคัญที่สุดซึ่งจะขาดมิได้ การทดลองควรกระทำอย่างง่ายๆ และเหมาะสมกับวุฒิภาวะของเด็ก การทดลองในบทเรียนต่างๆ ครูต้องให้นักเรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเอง เป็นการเร้าให้เด็กอยากเรียนและเข้าใจดีขึ้น ครูเพียงแต่แนะนำให้เด็กได้ปฏิบัติให้ถูกต้องอย่างใกล้ชิด จะทำให้ผลการเรียนของเด็กดำเนินไปด้วยดี

ไพศาล สุวรรณน้อย (2527) ได้ให้ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองว่า กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สำคญมาก คือ ขั้นตอนการทดลอง ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอน เนื่องจากกิจกรรมการทดลองจะเป็นสื่อสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎี สามารถเรียนรู้จนเกิดมโนคติ และที่สำคัญ คือสถานการณ์ต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการทดลอง จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การทดลองมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ยุพา ตันติเจริญ (2531) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะให้ประสบการณ์ตรงต่อผู้เรียน และช่วยเสริมสร้างให้เกิดทักษะภาคปฏิบัติ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง

Anderson (1976) กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ไว้ สรุปได้ว่า การทำปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้ถึงวิธีการอย่างหลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ช่วยให้เกิดความรู้สึกซาบซึ้งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ และช่วยให้เข้าใจขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์

Perez (1982) กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า การปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงเค้าโครงของวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในรูปแบบต่างๆ และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับกระบวนการสืบสอบหาความรู้

สรุปได้ว่า การปฏิบัติการทดลองมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง มีผลทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อย่างมีหลักการ จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการสังเกต

การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการสังเกตเป็นพื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเข้าไปสำรวจสิ่งที่จะศึกษา เพื่อที่จะได้ข้อมูลมา หากการสังเกตมีความละเอียดถี่ถ้วนมากเท่าไร ข้อมูลที่ได้มาก็ยิ่งมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเท่านั้น ปรากฏการณ์บางอย่างสามารถใช้ประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียว บางอย่างใช้ประสาทสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งอย่าง และบางอย่างสามารถใช้ประสาทสัมผัสครบทั้งห้าอย่าง การสังเกตที่ดีจะต้องรู้จักการเลือกใช้ประสาทสัมผัสได้อย่างเหมาะสมว่าตอนไหนจะใช้ประสาทสัมผัสอะไร (วนิดา เสนิเศรษฐและคณะ, 2531)

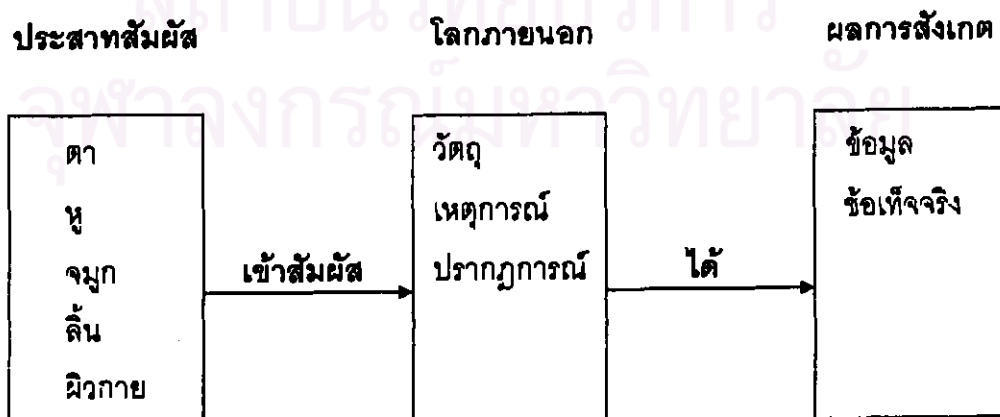
ความรู้วิทยาศาสตร์นั้นต้องอยู่บนรากฐานของการสังเกต สังเกตเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปสร้างเป็นความรู้ การได้ข้อมูลนั้นอาจทำได้หลายทาง เช่น จากการสังเกตปรากฏการณ์ของธรรมชาติโดยตรง อีกทางหนึ่งนั้นได้จากการสังเกตโดยผ่านการทดลอง การสร้างสถานการณ์จำลองขึ้น ข้อมูลทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดที่นักวิทยาศาสตร์จะได้อาจมาจากการสังเกตของตนเอง ข้อมูลส่วนน้อยจะได้มาจากคนอื่นหรือแหล่งอื่น ซึ่งก็เป็นผลของการสังเกตของคนอื่นเช่นกัน ฉะนั้นจึงถือ

เป็นหลักการได้ว่า ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่นักวิทยาศาสตร์จะนำมาตีความหมายและหาข้อสรุปต่อไปนั้นจะต้องเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกตไม่ว่าทางตรงก็ทางอ้อม (สุวิวัฒน์ นิยมคำ, 2531)งานวิทยาศาสตร์ทั้งหมด สร้างขึ้นมาจากทักษะการสังเกต ข้อมูลของวัตถุ เหตุการณ์ และปรากฏการณ์ทั้งหลายได้มาจากการสังเกต ถ้าปราศจากข้อมูลแล้วงานวิทยาศาสตร์ก็ดำเนินต่อไปไม่ได้ (Trojcek, 1979) การสังเกตเป็นกระบวนการที่ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งรายละเอียดต่างๆ ของสิ่งที่เรากำลังทำการสังเกตนั้น (SAPA, 1970)

สาระสำคัญของการสังเกตพอจะแยกได้เป็น 4 อย่าง คือ (สุวิวัฒน์ นิยมคำ, 2531)

1. จะต้องมีการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน และอาจใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตด้วย
2. เมื่อสังเกตได้อย่างไร ก็มีการบันทึกข้อมูลตามนั้นอย่างตรงไปตรงมา
3. ไม่มีการใส่ความคิดเห็นใดๆ ลงไปในข้อมูล
4. ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตภายในขอบเขตของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้จะเป็นข้อเท็จจริง

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตภายในขอบเขตของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เรียกว่า ข้อเท็จจริง ซึ่งจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ข้อเท็จจริงนี้คือ วัตถุดิบวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปหาความหมายและนำไปสร้างเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ต่อไป รูปแบบของการสังเกตเขียนได้ดังนี้



ภาพที่ 3 : รูปแบบของการสังเกต

สรุปได้ว่า การสังเกตทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง และได้สัมผัสถึงความหยاب หรือความละเอียดของเนื้อวัตถุ (เพียร ชัยขวัญ, 2536)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากนักเรียนจะได้รับความรู้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ในเรื่องราว หรือกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ และเป็นความรู้ที่มุ่งให้นำไปใช้หรือนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันแล้ว ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ในระเบียบวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (อารมณ ปุณโณทก, 2530)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (มุสดี ตามไท, 2531) นักวิทยาศาสตร์มักเริ่มต้นด้วยการตั้งสมมติฐานขึ้นก่อนแล้วหาวิธีการรวบรวมสืบเสาะหาข้อมูลโดยใช้การสังเกต หรือวิธีการทดลองเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ นักวิทยาศาสตร์เชื่อถือในผลของการสังเกตและการทดลอง การสังเกตเป็นการพิจารณาปัญหาที่ศึกษาอย่างใกล้ชิดโดยการวัดและการรวบรวมข้อมูล การทดลองเป็นการสืบเสาะหาความรู้และหาทางพิสูจน์ว่า อะไรเป็นสาเหตุ เป็นผลของปัญหา หรือปรากฏการณ์ที่ศึกษานั้น จะทำให้ได้ทฤษฎี กฎ หรือหลักการ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอนวิธีทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด (ภพ เลหาไพบุลย์, 2540) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนกระบวนการทางความคิด เป็นกระบวนการทางปัญญา (intellectual skills) ฉะนั้นจึงเป็นกระบวนการใช้แก้ปัญหา ในการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องฝึกฝนให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง และใช้เกณฑ์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science – AAAS) โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการ การแก้ปัญหาแต่ละปัญหาจะใช้กี่กระบวนการ กระบวนการอะไรบ้างนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติปัญหาและการมองเห็นแนวทางแก้ปัญหาของแต่ละคน

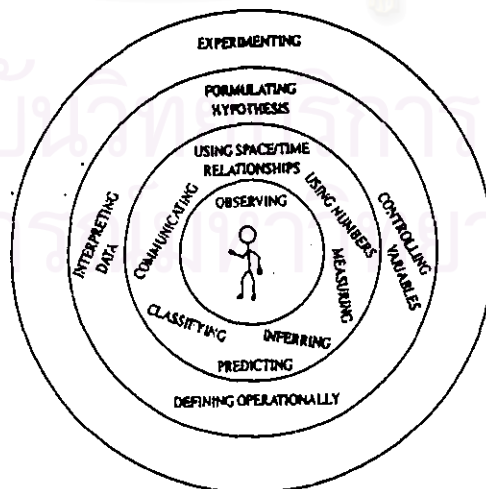
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 กระบวนการ แบ่งเป็น
ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills)

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skills)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะทั้ง 13 ทักษะนี้ จะมีการพัฒนาตามลำดับขั้นตอน เริ่มจากทักษะขั้นพื้นฐานไปสู่
ทักษะขั้นสูง ซึ่งแสดงให้เห็นตามรูปแบบ (model) (กรมการฝึกหัดครู, 2535) ดังภาพ



ภาพที่ 4 : รูปแบบพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นตอน

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใด อย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้ว มีดังนี้คือ

1.1 ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใด อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้ว มีดังนี้คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้างความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทแล้ว มีดังนี้ คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space/Space relationship and space/time relationship) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่

ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสแล้ว มีดังนี้คือ

- 4.1.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.1.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 4.1.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
- 4.1.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้
 - ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของ วัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา
 - เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น
 - บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน
- 4.1.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้
- 4.1.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 4.1.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจก ว่าเป็นซ้ายหรือขวา ของกันและกันได้

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาแล้ว มีดังนี้คือ

- 4.2.1 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 4.2.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

5. ทักษะการคำนวณ (Using numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรืออื่นๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณแล้ว มีดังนี้คือ

5.1 การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.2 การคำนวณ ได้แก่ บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง และแสดงวิธีคิดคำนวณได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เทียนและบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแล้วมีดังนี้คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ

คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับ การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์แล้ว มีดังนี้คือ

- 8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลเป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- 8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎี มาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐานแล้วคือ หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานของการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการคือ การกำหนดความหมายของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองถือว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรได้คือ **ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้**

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอนคือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองแล้ว มีดังต่อไปนี้คือ

1. ออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความข้อมูล และลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่อยู่

การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปแล้ว มีดังต่อไปนี้

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่

ทักษะการเรียนรู้

Bloom (1971) ได้จำแนกทักษะการเรียนรู้ หรือวัตถุประสงค์ทางการศึกษา (Taxonomy of Educational Objectives) ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) หรือด้านสติปัญญา หรือด้านความรู้ และการคิด ประกอบด้วยความรู้ ความจำ เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ การนำเอาสิ่งที่เป็นความรู้ความจำ ไปทำความเข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าในสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น
2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) หรือด้านอารมณ์ จิตใจ ประกอบด้วย การรับรู้ การตอบสนอง และการสร้างคุณค่าในเรื่องที่ตนรับรู้ นั้น แล้วนำเอาสิ่งที่เป็นคุณค่านั้น มาจัดระบบ และสร้างเป็นลักษณะนิสัย
3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) หรือด้านทักษะทางกาย หรือด้านการปฏิบัติ ประกอบด้วยทักษะในการเคลื่อนไหว และการใช้อวัยวะต่างๆ ของร่างกาย

ในการเรียนการสอนวิชาต่างๆ โดยทั่วไปจะมุ่งให้มีการพัฒนาพฤติกรรมทั้ง 3 ด้านนี้ โดยมีการเน้นในแต่ละด้านแตกต่างกันไป ขึ้นกับธรรมชาติของแต่ละวิชา มีการจำแนกพฤติกรรมแต่ละด้านออกเป็นประเภทย่อยลงไปอีก

การจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จำแนกออกเป็น 6 ประเภท (Bloom, 1971) คือทางสติปัญญา



ภาพที่ 5 : ลำดับของความรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom

จะเห็นว่าพุทธพิสัยทั้ง 6 ประเภทนั้นสามารถจัดออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านที่เป็นความรู้หรือสติ กับด้านที่เป็นทักษะทางปัญญาประกอบด้วยความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์และการประเมินค่า ซึ่งเป็นพฤติกรรมหรือ สมรรถภาพที่มีความซับซ้อนสูง ส่วนด้านที่เป็นความรู้เป็นสมรรถภาพที่ต่ำกว่าสมรรถภาพอื่น แต่ก็ยังเป็นพื้นฐานสำหรับพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอื่นๆ ที่มีระดับสูงกว่า คล้ายกับเป็นฐานของเจดีย์ที่จะขาดไม่ได้ แต่ละประเภทจำแนกออกเป็นพฤติกรรมย่อยๆ ดังนี้

1. ความรู้ (Knowledge)

เป็นความสามารถทางสมองในอันที่จะทรงไว้ หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่างๆ ที่บุคคลได้รับรู้เข้าใจในสมอง การวัดว่าคุณคนมีความสามารถในการจำเรื่องราวต่างๆ ได้มากน้อยเพียงใดนั้น วัดได้จากความสามารถในการระลึกออกของบุคคลนั้น

1.1 ความรู้ในเนื้อเรื่อง (Knowledge of Specifics) จำแนกได้เป็น

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม ได้แก่ พวงความหมายและคำจำกัดความของสิ่งต่างๆ

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง ได้แก่ พวงกฎ สูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่างๆ

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (Knowledge of Ways and Means of Dealing With Specifics) จำแนกได้เป็น

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ได้แก่ สิ่งที่เป็นแบบฟอร์ม หรือระเบียบในการปฏิบัติซึ่งเป็นสิ่งที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่ ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามก็ถือว่าเป็นความผิดเพียงแต่อาจถูกเพ่งเล็งบ้าง

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับการโน้มและลำดับ เป็นความรู้ในเรื่องของลำดับ ขั้นตอน และแนวโน้มในการกระทำ หรือการเกิดขึ้นของเรื่องราวและปรากฏการณ์ต่างๆ

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท เป็นความรู้ในเรื่องการแยกพวกตามปรากฏการณ์ต่างๆ

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นความรู้ในสิ่งที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวินิจฉัย และตรวจสอบข้อเท็จจริงต่างๆ

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ เป็นความรู้วิธีการในอันที่จะให้ได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการว่าต้องใช้เทคนิควิธีอย่างใดบ้าง

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (Knowledge of The Universals and Abstractions in a Field) จำแนกได้เป็น

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการอ้างสรุปครอบคลุม หลักวิชาเป็นใจ ความสำคัญของเรื่องนั้น ส่วนการอ้างสรุปครอบคลุมเป็นการนำหลักที่ได้ไปอภิปรายเรื่องอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นความสามารถในการนำหลายๆ หลักวิชาซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กัน จนได้เป็นโครงสร้างของเนื้อความใหญ่ในเรื่องนั้นๆ

2. ความเข้าใจ (Comprehension)

เป็นความสามารถในการจับใจความของท้องเรื่อง อันได้แก่ การแปลความ ตีความ และขยายความ ในเรื่องนั้น ผู้ที่มีความเข้าใจจะต้องรู้ความหมายและรายละเอียดย่อยๆ ของเรื่องนั้น รู้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้อย่อยๆ เหล่านั้น สามารถอธิบายสิ่งนั้นด้วยภาษาของตนเองได้ พฤติกรรมนี้จำแนกได้เป็น

2.1 การแปลความ (Translation) เป็นความสามารถในการบอกความหมายตามนัยของเรื่องราว หรือปรากฏการณ์นั้น

2.2 การตีความ (Interpretation) เป็นการถอดความจากหลายๆ ความหมายตามนัยของเรื่องราว หรือปรากฏการณ์นั้นว่า จากการทำหลายๆ ส่วนในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ เป็นอย่างไรอย่างหนึ่ง แสดงว่าเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เป็นการคาดคะเนหรือพยากรณ์ไปสู่กาลข้างหน้า (หรือ ถอยหลัง) โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่เป็นอยู่

3. การนำไปใช้ (Application)

เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ฯลฯ ไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น ความสามารถในการนำไปใช้เป็นการแก้ปัญหาซึ่งเป็นเรื่องราว หรือ เหตุการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น สามารถนำสิ่งที่เคยประสบการณ์ไปแก้ปัญหาเหล่านั้นๆ ได้สำเร็จ

4. การวิเคราะห์ (Analysis)

เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวใดๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ว่าสิ่งเหล่านั้น ประกอบกันอยู่เช่นไร แต่ละอันคืออะไร มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร อันใดสำคัญมากน้อย พฤติกรรมนี้จำแนกได้เป็น

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่างๆ เรียกได้ว่าเป็นการแยกแยะหาหัวใจของเรื่อง

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ

4.3 การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องราว หรือปรากฏการณ์นั้นๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

5. การสังเคราะห์ (Synthesis)

เป็นความสามารถในการประกอบส่วนย่อยๆ ให้เข้ากันได้อย่างเป็นเรื่องราว โดยการจัดระบบโครงสร้างเสียใหม่ให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งกว่าเดิม พฤติกรรมนี้จำแนกได้เป็น

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of Unique Communication) เป็นความสามารถในการเรียบเรียงถ้อยคำให้ผูกพันกันเป็นเรื่องราวเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราวซึ่งการผูกเรื่องราวนี้ต้องอาศัยข้อมูลหลายอย่างมาสนับสนุน ทั้งยังอาจต้องยกตัวอย่างประกอบ ใส่ความคิดเห็นส่วนตัว ฯลฯ เพื่อช่วยให้ข้อความที่เขียนกระจ่างชัด ได้ความหมายตามความต้องการ

5.2 การสังเคราะห์แผนงานหรือโครงการ (Production of Plan or Proposed Set of Operation) เป็นความสามารถในการสร้างโครงการ หรือแผนการในการทำงานต่างๆโดยนำข้อมูลเรื่องราว ฯลฯ ที่กำหนดให้มาหาวิธีว่าจะทำอย่างไรจึงจะทำให้เรื่องราวที่ต้องอาศัยข้อมูลเหล่านี้ สามารถดำเนินการไปสู่เป้าหมายได้สำเร็จ

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of Set of Abstract Relations) เป็นความสามารถในการจัดระบบของข้อเท็จจริง หรือ ส่วนประกอบเสียใหม่ให้สำเร็จเป็นขั้นเป็นอันที่ได้ประโยชน์หรือมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม

6. การประเมินค่า (Evaluation)

เป็นความสามารถในการตัดสิน ตีราคา โดยอาศัยเกณฑ์ (Criteria) และมาตรฐาน (Standard) ที่วางไว้ พฤติกรรมด้านการประเมินค่าจำแนกได้เป็น

6.1 การประเมินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน (Judgement in Terms of Internal Evidence) เป็นการวิจัยตีราคาตามลักษณะของข้อเท็จจริงที่เป็นเนื้อหาของสิ่งนั้นๆ

6.2 การประเมินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก (Judgement in Terms of External Criteria) เป็นการวินิจฉัยหรือตีราคาโดยเปรียบเทียบกับ เรื่องราว หรือสิ่งอื่นๆ มิใช่เฉพาะข้อเท็จจริงในเรื่องราวนั้นๆ

คำถามตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom

การจัดประเภทของคำถามด้านความรู้ความคิด ตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom (Bloom's taxonomy of educational objectives) Andersen และ Koutnik (1972) ได้กล่าวถึงคำถามไว้เป็น 6 ประเภท ได้แก่ คำถามความรู้ คำถามความเข้าใจ คำถามการนำไปใช้ คำถามการวิเคราะห์ คำถามการสังเคราะห์ และคำถามการประเมินค่า

ในการออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคำถามในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "แรงเสียดทาน" นั้น ผู้วิจัยออกแบบทดสอบตามแนวทางวัตถุประสงค์ทางการศึกษาด้าน ทักษะพิสัยของ Bloom วัดเฉพาะความเข้าใจ (Comprehension) ดังนี้

คำถามความเข้าใจ

เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนสื่อความหมาย อธิบายแนวคิด หาความสัมพันธ์ และขยายความให้ได้ความหมาย มุ่งให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมตอบสนอง 3 แบบ คือ

1. การแปลความ (Translation) เป็นการแปลความจากสิ่งที่เป็นนามธรรมระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่ง จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง หรือจากภาษาหนึ่งไปสู่อีกภาษาหนึ่ง ให้ได้ความ

2. การตีความ (Interpretation) เป็นการถอดความจากหลายๆ ความหมายตามนัยของเรื่องราว หรือปรากฏการณ์นั้นๆ จากการที่หลายๆ ส่วนในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ เป็นอย่างใดอย่างหนึ่ง แสดงว่าเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ เป็นอย่างไร เป็นการแปลความทุกส่วน และอธิบายความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ นั้น อาจจัดในรูปแบบแผนภูมิ กราฟ

3. การขยายความ (Extrapolation) เป็นการคาดคะเนหรือพยากรณ์ไปสู่กาลข้างหน้า (หรือ ถอยหลัง) โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่เป็นอยู่ เป็นการขยายความในส่วนของความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้ความหมายที่ชัดเจนขึ้น อาจเป็นการคาดคะเนหรือทำนาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยในประเทศ

วีระศักดิ์ สุนทรวิภาค (2530) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครูกับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนสตรีรัตนบุรี จังหวัดนนทบุรี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ดีกว่านักเรียนที่เรียนเสริมจากครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คอมพิวเตอร์มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนซ่อมเสริม

สันติ ม่วงปาน (2530) ได้พัฒนาบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเพศชายกับเพศหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 20 คน และนักเรียนหญิง 20 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนซ่อมเสริมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งเพศชายและหญิง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหญิงสูงกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนซ่อมเสริม

พิทยา ไชยมงคล (2533) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเวลาเรียนเฉลี่ยในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วย กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครูใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูไม่แตกต่างกัน เวลาเฉลี่ยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

มณฑล อนันตศิริชัย (2534) ได้ทำการใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือนักเรียนกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. หลังการทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่
3. นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรพรรณ หาญพิภพ (2535) ได้วิจัยผลของสื่อของจริงประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องตัวแลกเปลี่ยนของพนักงานธนาคารพาณิชย์ โดยกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้เป็นพนักงานธนาคารกสิกรไทยสำนักงานใหญ่ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม และให้กลุ่มทดลอง 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเดียวกันให้กลุ่มทดลอง 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบของจริง ผลการวิจัยสรุปว่า การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีและไม่มีสื่อของจริงประกอบให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เรื่องเดช สุทธิผล (2535) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบควบคุมโดยผู้เรียนและควบคุมโดยโปรแกรม กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน ปีการศึกษา 2534 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบควบคุมโดยผู้เรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าและใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่านักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบควบคุมโดยโปรแกรม

ประกายวรรณ มณีแจ่ม (2536) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จำนวน 50 คน กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 16 คน เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 18 คน แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 3 คน เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มควบคุมมี 16 คน เรียนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ทักษะกระบวนการทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกัน ทักษะกระบวนการกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 3 ไม่แตกต่างกัน ส่วนทักษะกระบวนการกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 3 แตกต่างกัน

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2536) ศึกษาวิจัยเรื่อง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาวิบูรณ โชติศิริรัตน์ (2537) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีภาพประกอบแบบภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ผลการวิจัยปรากฏว่าภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพจน์ มงคลพิชญรักษ์ (2538) ได้ทำการศึกษาผลการกำหนดระดับการควบคุมความก้าวหน้าในการเรียนโดยโปรแกรมในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการกำหนดระดับการควบคุมความก้าวหน้าในการเรียนโดยโปรแกรม ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการกำหนดระดับการควบคุมความก้าวหน้าในการเรียนโดยโปรแกรม ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย วิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 จำนวน 25 คน ผลการวิจัยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นด้วยต่อการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย

สุนทร หัตถา (2539) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย "วิชาไฟฟ้า" ระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ซึ่งยังไม่ได้เรียน วิชา ง 013 งานช่างพื้นฐาน และเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนปลายภาคต้น อยู่ในระดับปานกลาง ดีระดับผลการเรียนเป็น 2.00 - 2.50 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย นักเรียนชาย 15 คน

นักเรียนหญิง 15 คน เป็นกลุ่มที่เรียนวิชาไฟฟ้าด้วยการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีระดับการเรียนปานกลางที่เรียนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้นที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับที่เรียนด้วยการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และพบว่า นักเรียนหญิงที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนชายที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และพบอีกว่า นักเรียนหญิงที่เรียนด้วยการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ประเสริฐ เลิศขันธ์ (2540) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ข้างอุตสาหกรรม เรื่องการแยกแรงแและการหาแรงลัพธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาข้างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ข้างอุตสาหกรรม เรื่อง การแยกแรงแและการหาแรงลัพธ์ของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุกานดา ส.มนัสทวีชัย (2540) ได้ศึกษาผลการใช้กรอบมโนทัศน์ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนชามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า ความคงทนในการเรียนของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้การสร้างกรอบมโนทัศน์ กลุ่มทดลอง 2 แบบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่คอมพิวเตอร์เป็นผู้นำเสนอกกรอบมโนทัศน์ให้

งานวิจัยต่างประเทศ

Friedman (1974) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำบทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่า ในระยะแรกผู้เรียนจะมีปัญหาด้านความเข้าใจบทเรียน แต่ต่อมากจะเข้าใจดีและรวดเร็ว นอกจากนี้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังช่วยประหยัดเวลาเรียนได้อีก 3 - 4 สัปดาห์ ซึ่งถ้าใช้การเรียนแบบบรรยายจะใช้เวลาประมาณ 6 - 8 สัปดาห์ แต่ถ้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาเพียง 3 - 4 สัปดาห์ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณค่าของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน

Liu (1975) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนันทเรียนคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยได้ทดลองกับนักเรียนวิชาฟิสิกส์พบว่าข้อสรุปที่สำคัญคือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยผู้เรียนได้ดังนี้ คือ
 - 1.1 ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ขึ้นด้วยวิธีการปฏิบัติ
 - 1.2 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้ว
 - 1.3 ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อนโดยปรับปรุงวิธีการเรียน
 - 1.4 ผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จด้วยตนเอง
 - 1.5 ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Tauro (1981) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนที่เลือกลงเรียนวิชาเคมี 127 มหาวิทยาลัยคอนเนตทิคัต สหรัฐอเมริกา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มเท่าๆ กัน กลุ่มแรกใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน กลุ่มที่สองใช้การเรียนการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีในเชิงบวกสูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนตามปกติ นอกจากนี้ผู้เรียนยังแสดงความคิดเห็นว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียนและแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

Turner (1983) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนโปรแกรมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวัดทัศนคติกับครูผู้สอน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านทัศนคติพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิธีอ่านมากกว่ากลุ่มการเรียนจากหนังสือบทเรียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Wise (1984) ได้ทำการวิจัยเรื่องอิทธิพลการใช้แบบจำลองไมโครคอมพิวเตอร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยเปรียบเทียบผลการเลือกใช้แบบทดลองที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

กายภาพ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 58 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มเลือกใช้วิธีการเรียนการสอนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ

1. ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติการ
2. ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์หลังปฏิบัติการ
3. ใช้วิธีการเรียนการสอนตามปกติ

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติการและหลังปฏิบัติการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนปกติ และแต่ละกลุ่มมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

Eisenkraft (1987) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลอง สถานการณ์ในการปฏิบัติการทดลองกับการทดลองตามปกติในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยการเปรียบเทียบคะแนนภาคปฏิบัติ และคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 225 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนจากการใช้คอมพิวเตอร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า การเรียนจากการทดลองตามปกติ ส่วนความสามารถในการปฏิบัติการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

Licht (1988) ศึกษาการใช้ Electronic Geoboard โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้ประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 1-6 ใน Norwood จำนวน 108 คน พบว่า เป็นไปตามแนวความคิดของ Piaget ที่ว่า การสาธิตช่วยให้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพัฒนาขึ้น

Mc Curry (1988) สหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาผลของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการฝึกฝนและปฏิบัติ (drill and practice) ในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปีที่ 2 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไปในสหรัฐอเมริกา กลุ่มทดลองจะฝึกและปฏิบัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ กลุ่มควบคุมฝึกและปฏิบัติจากการใช้อุปกรณ์ตามปกติภายในระยะเวลาเท่าๆ กัน มีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเมื่อจบบทเรียน ผลการวิจัยได้ข้อสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน มีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยกลุ่มที่ฝึกและปฏิบัติ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Shyu (1988) ศึกษาการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในชั้นเรียนของนักศึกษาฝึกหัดครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัย Michigan และมหาวิทยาลัย Nation Taiwan Normal พบว่าสามารถเตรียมนักศึกษาฝึกหัดครูให้ดำเนินกิจกรรมในห้องเรียนได้อย่างเหมาะสม การตอบสนองของครูจีนและครูอเมริกันแตกต่างกันในวิธีสอน และปัญหาที่ฝึกหัดด้านการปฏิบัติ นักศึกษาอเมริกันมีผลกระทบน้อยกว่านักศึกษาจีน การปฏิบัติไม่มีผลที่แตกต่างกันในการปฏิบัติการสอนระหว่างกลุ่มทดลองของอเมริกัน กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติที่ดีต่อการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

Wiser (1988) ศึกษาถึงผลของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนักเรียนที่มีความคิดรวบยอดที่ผิดในเรื่องความแตกต่างของความร้อนและอุณหภูมิ ผลการวิจัยพบว่า การใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเรียน สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจอย่างแจ่มชัดในเรื่องของความร้อนและความแตกต่างระหว่างความร้อนกับอุณหภูมิ บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยให้นักเรียนเลือกข้อมูลได้เร็วและถูกต้องแม่นยำ และคอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างดีในการคำนวณและวาดภาพ สำหรับนักเรียนที่ทำการทดลองโดยไม่ใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ใช้เวลามากในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความร้อน

Smith และคณะ (1988) ศึกษาการช่วยให้นักเรียนเกรด 6 มีความเข้าใจเรื่องความหนาแน่น โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจดีในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ในเรื่องความหนาแน่น และนักเรียนสามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างน้ำหนักและความหนาแน่นได้ ความเข้าใจนี้ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในความสัมพันธ์ของความหนาแน่น ปรากฏการณ์ลอย การจม ซึ่งต้องใช้ทั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แผนการสอน ใบงาน และอุปกรณ์การสอนในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งต่างๆ เหล่านี้

Gizara (1989) ได้วิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีจากการเรียนแบบปกติกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยกลุ่มหนึ่งเรียนโดยการควบคุมของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และอีกกลุ่มเรียนโดยโปรแกรมการเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการใช้โปรแกรมการเรียน

Herman (1995) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองในการวิเคราะห์และแก้ไขความคิดรวบยอดสามข้อ ตามแนวความคิดของอริสโตเติล เรื่องพลศาสตร์ โดยใช้นักเรียนเกรด 8 ในวิชาฟิสิกส์ ในแคนาดา การวิเคราะห์และการทดสอบหลักการทดลองโดยใช้คำถามแบบตัวเลือก ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์และมีรูปภาพ Herman ได้ออกแบบสถานการณ์จำลองที่แก้ไขได้ 2 แบบ เพื่อเสนอแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์และให้นักเรียนสังเกตเห็นได้ว่าแตกต่างไปจากแนวความคิดทั้ง 3 ข้อ ของอริสโตเติล นักเรียนจะถูกสัมภาษณ์ที่กำหนดหัวข้อไว้ล่วงหน้าหลายครั้ง ระหว่างการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อชี้ชัดเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่จากนักเรียน ซึ่งมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่แตกต่างกัน และเพื่อชี้ชัดปฏิกริยาของนักเรียน ที่มีต่อข้อคำถามแบบทดสอบก่อนการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์หรือสถานการณ์จำลองด้วยการมีแนวคิดของนักเรียนไม่ขึ้นอยู่กับการเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่เรียนเก่งหรือเรียนอ่อน นักเรียนซึ่งกำลังเรียนวิชาพลศาสตร์ในชั้นเรียนได้แสดงให้เห็นถึงรูปแบบของคำตอบที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ต่างๆ กันไป โดยการใช้แบบทดสอบเพื่อวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์มากกว่านักเรียนซึ่งเรียนเรื่องพลศาสตร์จบไปแล้ว นักเรียนที่ทำการทดลองเสร็จแล้ว และได้รับเลือกว่าเป็นผู้มีแนวคิดที่แตกต่างออกไป ได้ใช้ประโยชน์จากสถานการณ์จำลองของคอมพิวเตอร์ในการแก้ไขแนวคิดที่มีอยู่เดิมได้ ในระดับที่มีนัยสำคัญ

Wolff Roth (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในการใช้คอมพิวเตอร์สอนฟิสิกส์ ผู้วิจัยตั้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยการใช้คอมพิวเตอร์กับการสอนโดยครู ในแคนาดา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ บทเรียนวิชาฟิสิกส์ที่สร้างด้วยโปรแกรม Newtomain Microworld และแผนการสอนที่ให้สำหรับครูสอนเรื่องแรง และความเร็ว ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม ย่อยสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 ให้เรียนกับคอมพิวเตอร์ร่วมกับครู และกลุ่มที่ 2 ให้เรียนกับครู หลังจากนั้นผู้วิจัยได้สังเกตการณ์ปฏิกริยาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ และกับครูผู้สอน พร้อมทั้งใช้แบบทดสอบตรวจสอบความเข้าใจ

ในเนื้อหาวิชา ผลปรากฏว่า การสอนด้วยครูช่วยอธิบายรายละเอียดของสิ่งที่เรียนได้ดีกว่า คอมพิวเตอร์ และยังมีความยืดหยุ่นมากกว่าเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ แต่คอมพิวเตอร์ก็สามารถช่วยนำเสนอในสิ่งที่ยากหรือที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ดังนั้น จะจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ควรใช้ทั้งครูโดยตรงและคอมพิวเตอร์ประกอบกัน โดยใช้คอมพิวเตอร์ดังนี้

- 1) ใช้ช่วยในการสอนสำหรับบทเรียนที่มีความสลับซับซ้อน และครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจได้ยาก
- 2) ใช้คอมพิวเตอร์ในการทบทวนบทเรียน หรือให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติเรียนด้วยตนเองนอกเวลาเรียน
- 3) ใช้ในการประเมินความเข้าใจในบทเรียนของนักเรียน

ผลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศดังที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนนั้นมีคุณค่าและประโยชน์หลายประการ ส่งผลที่ดีแก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าวิธีสอนอื่นเป็นส่วนใหญ่ ผู้เรียนใช้เวลาทำความเข้าใจบทเรียนได้รวดเร็วใช้เวลาสั้นกว่าวิธีสอนแบบอื่น และในสิ่งที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบอื่นเป็นส่วนน้อย แต่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีข้อได้เปรียบกว่าการสอนวิธีอื่น คือ นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิชาที่เรียน สะดวกและง่ายต่อการใช้อีกทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในปัจจุบันได้นำเอาระบบสื่อประสม (Multimedia System) ที่มีทั้งภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพจาก วิดีโอประกอบและอุปกรณ์อื่นๆ ที่นำมาประกอบ ทำให้บทเรียนน่าสนใจ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียน มีผลทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นได้

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ซึ่งมีทฤษฎีสนับสนุนเกี่ยวกับการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และงานวิจัยที่ได้ผลการวิจัยที่สอดคล้องและขัดแย้งกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลหลายๆ ประการด้วยกัน จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ เรื่อง "แรงเสียดทาน" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบอุปกรณ์การเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปกติจะเป็นอย่างไร