

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษา ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อต่อไปนี้

1. สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมนอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนิน ชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 10)

จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริงการวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ

สองมิติ และสามมิติ การนี้ภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตการวิเคราะห์ ข้อมูลและความน่าจะเป็นการกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ ในการดำเนินชีวิตประจำวันทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. คุณภาพผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

มีความรู้ความเข้าใจและความรู้ลึกซึ้งจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสน และศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เวลาและเงิน สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้งจุด ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรง และมุม มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้ รวบรวมข้อมูล และจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวน ไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ศึกษา ฝึกทักษะ การคิดคำนวณและฝึกการแก้ปัญหาในสาระ ดังนี้

การเขียนและการอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือแสดง ปริมาณของสิ่งของ หรือจำนวนนับที่ไม่เกินหนึ่งแสน และศูนย์ การเปรียบเทียบและ เรียงลำดับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ การบวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณหาร ระคน ของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์การวิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ ปัญหา และโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและการสร้างโจทย์ได้

การวัดความยาวเป็นเมตร เช่นเดซิเมตร และมิลลิเมตร การเลือกเครื่องวัดที่ เหมาะสม และเปรียบเทียบความยาว การชั่งน้ำหนักเป็นกิโลกรัม กรัม และขีด การเลือก เครื่องชั่งที่เหมาะสมและเปรียบเทียบน้ำหนัก การบอกปริมาตรและความจุเป็นลิตร มิลลิตร การเลือกเครื่องตวงที่เหมาะสมและเปรียบเทียบปริมาตรและความจุในหน่วยเดียวกัน การบอก เวลาบนหน้าปัดนาฬิกา (ช่วง 5 นาที) การอ่าน และเขียนบอกเวลาโดยใช้จุด การแก้ปัญหา เกี่ยวกับการวัดความยาว การชั่ง การตวง เงิน และเวลา การอ่านและเขียนบันทึกรายรับ รายจ่าย อ่านและเขียนบันทึกกิจกรรมหรือเหตุการณ์ที่ระบุเวลา

ชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูป เรขาคณิตสามมิติ รูปเรขาคณิตสองมิติที่มีแกนสมมาตรจากรูปที่กำหนดให้การเขียนชื่อจุด เส้นตรง รั้งสี่ ส่วนของเส้นตรง มุม และเขียนสัญลักษณ์ การบอกและเขียนรูปเรขาคณิตสอง มิติที่กำหนดให้ในแบบต่างๆ ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัว

การบอกจำนวนและความสัมพันธ์ในแบบรูปของจำนวนที่เพิ่มขึ้นทีละ 3

ทีละ 4 ทีละ 25 ทีละ 50 และลดลงทีละ 3 ทีละ 4 ทีละ 5 ทีละ 25 ทีละ 50

และแบบรูปซ้ำ แบบรูปของรูปร่างที่มีรูปร่าง ขนาด หรือสีที่สัมพันธ์กันสองลักษณะ

การรวบรวมและจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

การอ่านข้อมูลจากแผนภูมิรูปภาพ และแผนภูมิแท่ง

โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้ อย่างเหมาะสม การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ เห็นคุณค่า และเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือที่นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า CAI ย่อมาจาก Computer-Assisted Instruction นั้น ได้มีผู้กล่าวถึงความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่าน ดังนี้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541 : 7-8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาทีละหน้าจอภาพ โดยเนื้อหา ความรู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 242) ได้กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียน กับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 59) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่อาศัยคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีระดับสูงมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อหรือเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ โดยจัดเนื้อหาสาระหรือประสบการณ์สำหรับผู้เรียนได้เรียนรู้

สุคนธ์ สิ้นชพานนท์ และคณะ (2545 : 166) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในรายบุคคล โดยการใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2546 : 61 - 62) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความหมายอยู่ด้วยแล้วนั้น คือการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มิได้หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์แทนครูทั้งหมด อาจมีเนื้อหาบางส่วนที่ครูให้เรียนจากคอมพิวเตอร์หรือครูสอนเนื้อหาทั้งหมด ส่วนการทบทวนการทดสอบความรู้ปล่อยให้เป็นที่ของคอมพิวเตอร์หรือครูผู้สอนเนื้อหา และสำหรับผู้เรียนตามไม่ทันก็ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ในลักษณะการสอนเสริมกิจกรรม และวิธีการเหล่านั้นก็อยู่ภายใต้ขอบเขตของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรพรรณ บุญมา (2550 : 25) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน นักเรียนสามารถเรียนเนื้อหาในบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะนำเสนอเนื้อหาทั้งที่เป็นรูปภาพ ตัวหนังสือ และภาพกราฟฟิกต่าง ๆ ซึ่งในระหว่างการเรียนการสอนจะมีการตอบโต้ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองตามความพร้อม ความถนัดและความสนใจ

สรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนที่นำมาใช้ในการพัฒนาเรียนรู้ และสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเอง ได้ทันทีว่าสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ไปนั้นถูกหรือผิด

2. ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนที่มีความแตกต่างกัน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายประเภทหลายลักษณะ แต่ละประเภทมีโครงสร้างที่แตกต่างกันไป

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 : 11 - 12) แบ่งประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 5 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำ

แบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่ อย่างไร หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนรู้โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานทำแบบฝึกหัด จนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท แบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้ โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่เป็นการนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (problem-solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำ เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียน และแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้ จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความ สนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน คำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือการที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังคงมีความแม่นยำและรวดเร็ว อีกด้วย

สุคนธ์ สิ้นทพานนท์ และคณะ (2545 : 167) ได้แบ่งประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. การสอนแบบเฉพาะรายตัว มีลักษณะเป็น โปรแกรมบทเรียนที่เรียนแบบ การสอนของผู้สอนมีการแนะนำเรียน มีคำอธิบายเนื้อหาทฤษฎี เมื่อศึกษาจบแล้วมีคำถาม เป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจมีการแสดงผลป้อนกลับ มีการชมเชยถ้าทำถูกต้อง มีการเตือนถ้าทำผิด หรืออาจสั่งให้กลับไปอ่านใหม่ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกข้อมูลผลการเรียนของผู้เรียนเพื่อให้ผู้สอนประเมินความรู้ของผู้เรียนได้

2. การสร้างสถานการณ์จำลอง โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะจำลองสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงหรือโต้ตอบได้หลายวิธี เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการเลือกในวิธีนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และเห็น ภาพพจน์ บทเรียนจะแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่องทำให้เห็นขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง ได้ชัดเจน เช่น ปรากฏที่เกิดขึ้นในการทดลองทางเคมี การทดลองทางชีววิทยา ลักษณะการเดินทางของแสง เป็นต้น

3. การแก้ปัญหาโจทย์ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ โปรแกรม จะกำหนดโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ให้ผู้เรียนฝึกคิด โดยนำเอากฎเกณฑ์ ทฤษฎี สูตรต่าง ๆ มาใช้แก้ปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดลองในกระดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ และถ้าเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์อย่างดีจึงจะช่วยแก้ปัญหา ได้

4. บทสนทนา เป็นโปรแกรมการโต้ตอบพูดคุยระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนด้วย ตัวอักษรหรือภาพบนจอคอมพิวเตอร์แทนการใช้เสียง ผู้สอนจะตั้งปัญหาถามผู้เรียน และให้ ผู้เรียนโต้ตอบ เช่น บทเรียนภาษาไทยอาจให้ผู้เรียนค้นหาว่าคำไหนหายไปให้ผู้เรียนหามาใส่ ให้ถูกต้อง

5. การสาธิต โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถสาธิตเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริงซึ่งบางครั้งเหตุการณ์นั้น ๆ เป็นเหตุการณ์ไกลตัวที่ผู้เรียน ไม่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น วงโคจรของดาวเคราะห์ในระบบสุริยจักรวาล คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจะสาธิตได้ชัดเจน มีสีสันท่าสนใจและมีความสวยงาม มีการใส่เสียงให้ตื่นเต้นเร้าใจซึ่งน่าสนใจกว่าการสาธิตด้วยวิธีทั่วไป

6. การเล่นเกม โปรแกรมประเภทนี้จะสร้างความสนใจของผู้เรียนมาก ผู้เล่นสามารถเลือกเล่นคนเดียว หรือเล่นหลายคนก็ได้ มีการแข่งขัน มีการให้คะแนน มีการประกาศผลแพ้ชนะ และมีการเสริมแรงการทดสอบ

7. การทดสอบ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ผู้ทำโปรแกรมจะต้องคำนึงถึงหลักในการทำข้อสอบ ความเที่ยงตรงของข้อสอบ มีการตรวจให้คะแนนและผู้สอนอาจใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสร้างคลังข้อสอบได้

ไพโรพรรณ บุญมา (2550 : 30) ได้สรุปประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน (Tutorial Instruction) บทเรียนจะเน้นการ สรุปเนื้อหาที่นักเรียนควรจะมีความรู้ในเรื่องนั้น เป็นการนำเสนอความรู้ใหม่หรือทบทวนความรู้เดิม
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการฝึกหัด (Drill and Practice) บทเรียนจะนำเสนอ เนื้อหาในในรูปแบบของคำถามแล้วให้นักเรียนเป็นคนตอบ เมื่อนักเรียนตอบเสร็จคอมพิวเตอร์จะประเมินคำตอบและป้อนข้อมูลย้อนกลับให้ทราบทันทีพร้อมกับบันทึกความก้าวหน้าของนักเรียน
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเจรจา (Dialogue) บทเรียนจะนำเสนอ เนื้อหาในรูปแบบการสนทนาระหว่างครูกับนักเรียน โดยการใช้ตัวอักษร ลักษณะของบทเรียน จะเป็นการตั้งคำถามหรือการสอบถามนักเรียน
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Game) บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของการเล่นเกมที่มีความสนุกสนาน โดยคอมพิวเตอร์จะเป็นกรรมการตัดสิน เป็นผู้ร่วมเล่นเกม เก็บรวบรวมและประมวลผลคะแนน
5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนสัมผัสเหตุการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความรู้และความชำนาญอย่างแท้จริง
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการทดสอบ (Testing) บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบการทดสอบความรู้ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์จัดทำข้อสอบขึ้น มีการประมวลผลและสะท้อนความรู้ความสามารถของนักเรียนออกมาให้ทราบทันทีเมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ

7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบค้นพบสิ่งใหม่ (Investigation) บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาในรูปของสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนค้นหาคำตอบของสถานการณ์นั้น

8. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving) บทเรียนจะนำเสนอในรูปของปัญหา โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด การตัดสินใจ โดยใช้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ คอมพิวเตอร์จะทำการสุ่มข้อมูล

9. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบชาญฉลาด (Intelligence CAI) บทเรียนจะนำเสนอในรูปของโมเดลของการเรียนรู้ขึ้น โดยมีโปรแกรมหาเหตุผลหรือเพื่อใช้ในการโต้ตอบกันระหว่าง เครื่องกับผู้เรียน

3. คุณลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 4 ประการ ได้แก่ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 8 - 11)

1. สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ (Content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใด ตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคลคือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนรู้ของตนนี้มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะสำคัญ ๆ ได้แก่

- การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียน เมื่อใดหรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา

- การควบคุมลำดับของการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อนหลัง หรือการสร้างลำดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนสามารถที่จะคัดเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจ ความถนัดหรือตามพื้นฐานความรู้ของตนได้

- การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติหรือทำแบบทดสอบหรือไม่ หากทำจะทำมากน้อยเพียงใด

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แบบอาจจะต้องมีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การจัดเสนอเนื้อหา (หรือแบบฝึกหัด) ในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน เป็นต้น

3. การโต้ตอบ (Interaction) ในที่นี้คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด นอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นหาใช้เกิดจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มีการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ลักษณะที่ขาดไม่ได้ อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือการให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของ Skinner แล้ว ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่จะอนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนของตนเองได้

นอกจากนี้ ไพโรจน์ ตีรณชนากุล, ไพบูลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ เข้มพินิจ (2546 : 24 - 28) ยังได้กล่าวไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีคุณลักษณะเฉพาะ 3 ด้าน คือ

1. สามารถสนองความต้องการในการเรียนด้วยตนเองได้ อาศัยหลักการของการสอนรายบุคคล เพื่อสนองความแตกต่างรายบุคคล ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ 5 องค์ประกอบ คือ

1.1 การยืดหยุ่นในเรื่องเวลา เป็นที่ยอมรับว่าผู้เรียนแต่ละคนมีอัตราการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน บทเรียนที่พัฒนาขึ้นควรมีความยืดหยุ่นพอที่จะให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนด้วยอัตราช้า-เร็ว ตามระดับความสามารถของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.2 มีอิสระในการเลือกสถานที่เรียน ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่จำเป็นต้องศึกษาในห้องเรียน ผู้เรียนมีอิสระในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปศึกษาที่ใดก็ได้ที่มีคอมพิวเตอร์ และผู้เรียนมีความพอใจในสถานที่นั้น

1.3 การมีอิสระในการเลือกเนื้อหาและการเรียน เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสนใจ และมีความสามารถต่างกัน การออกแบบ ควรจะมีรายการหัวเรื่องให้ผู้เรียนเลือกศึกษา

1.4 การวินิจฉัย การเรียนซ่อมเสริม และการยกเว้น เป็นการวินิจฉัยความรู้อ่อนเรียน และหลังเรียนเป็นสำคัญ มี 2 ชนิด คือ

- การวินิจฉัยก่อนการเรียน ทำให้ผู้เรียนรู้ว่าผู้เรียนนั้น ๆ มีความรู้พื้นฐานพอ และสามารถที่จะเรียนรู้หรือสิ่งที่ตนสนใจได้หรือไม่ ถ้ามีความรู้ไม่เพียงพอก็ควรจัดบทเรียนซ่อมเสริมให้ การวินิจฉัยก่อนเรียนมักจะทำในหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานอื่น ๆ มาก่อน

- การวินิจฉัยหลังเรียน ส่วนนี้ทำให้รู้ว่า ผู้เรียนนั้น ได้เกิดการเรียนรู้หรือเกิดสมรรถภาพครบถ้วนตามที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าขาดส่วนใดหรือไม่เกิดการเรียนรู้ส่วนใด ก็เปิดโอกาสให้เรียนเสริมหรือย้อนกลับไปเรียนใหม่ได้

1.5 การมีอิสระในการเลือกรูปแบบการเรียน ผู้เรียนแต่ละคนมีวิธีการเรียนที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องให้โอกาสผู้เรียนแต่ละคนเลือกรูปแบบการเรียนที่ตนเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการเรียนของตน

2. ความสะดวกสำหรับการเรียนด้วยตนเอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรจะอำนวยความสะดวกในประเด็นต่อไปนี้

2.1 มีวิธีการใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อนเกินความสามารถของผู้เรียน เปิดโอกาสให้เลือกรเรียนอย่างอิสระ ไม่บังคับ รวมทั้งมีคำแนะนำการเรียนและเนื้อหาเสริม

2.2 มีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง โดยยึดหลักการสอน ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตั้งแต่ต้นจนจบ

2.3 มีความยืดหยุ่นในเรื่องเวลาการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้ในเวลาใด และนานเท่าใดก็ได้

2.4 มีอิสระในการเลือกสถานที่เรียน และบทเรียนคอมพิวเตอร์มีขนาดกะทัดรัด สะดวกต่อการพกพา

2.5 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนสูง สามารถตอบสนอง
โต้ตอบ และบอกผลการตอบสนองแก่ผู้เรียนได้ทันที

2.6 มีการสื่อสารที่กระชับระหว่างบทเรียนกับผู้ใช้ โดยผู้ใช้ต้องรู้ว่าทำอะไร

3. การออกแบบกระบวนการสอน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เป็นการสอนเนื้อหาใหม่สำหรับผู้เรียนยังไม่เคยศึกษาเนื้อหาจากที่ใดมาก่อน ผู้เรียนสามารถศึกษา
เนื้อหาได้ด้วยตนเอง จึงจำเป็นจะต้องมีโครงสร้างบทเรียนที่ผ่านการออกแบบไปอย่างดี
ประกอบด้วย

3.1 การนำเข้าสู่บทเรียน สำหรับการสอนนั้น ช้่นนำเข้าสู่บทเรียนมี
จุดมุ่งหมาย 2 ประการคือ

- 1) ให้ผู้เรียนเห็นประเด็นหรือมีความคิดรวบยอดในเรื่องที่จะเรียน
- 2) นำเข้าสู่บทเรียน เพื่อสร้างความสนใจ

3.2 การสอนเป็นขั้นการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนสามารถเรียน
เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง และมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนได้
บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ใ้วางไว้ และสามารถเรียนได้ด้วยตนเองจนจบ

3.3 การเสริมความเข้าใจ เป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ หรือแบบฝึกหัด
เพื่อเพิ่มความเข้าใจในหลักการเนื้อหาได้สมบูรณ์และแม่นยำขึ้น

3.4 การสรุปบทเรียน เป็นการสรุปประเด็นสำคัญ หรือความคิดรวบยอดที่
ได้เรียนไปให้ผู้เรียนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวน หรือซักซ้อมความเข้าใจสิ่งที่ได้
เรียนมา

3.5 การทดสอบหลังเรียน เป็นการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของผู้เรียน โดยการใช้ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นตัวทดสอบ เพื่อแสดงระดับการเรียนรู้
ของผู้เรียน หากผ่านเกณฑ์ก็สามารถผ่านหน่วยการเรียนรู้ไปได้

4. องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กนก จันทร์ทอง (2544 : 70) ได้กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ด้วย
ควรประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังต่อไปนี้

4.1 ชื่อเรื่อง (Title) ซึ่งควรเป็นความคิดรวบยอด (Concept) เรื่องใดเรื่องหนึ่ง
หรืออาจกล่าวง่าย ๆ ว่าควรเรื่องสั้น ๆ

4.2 วัตถุประสงค์ของการเรียน (Objective) ควรเป็นวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรม (Behavioral objectives) ที่สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนได้

4.3 แบบทดสอบก่อนเรียน (Per-test) เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความรู้อยู่มากน้อยเพียงใด ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่

4.4 เนื้อหา (Content) ควรเป็นเนื้อหาที่สามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ทักษะ หรือแม้กระทั่งเจตคติที่ถูกต้องแก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยใช้ร่วมกับสื่อต่าง ๆ ที่นำมาเสนอระหว่างเรียน

4.5 สื่อ (Media) ที่นำมาใช้ควรเป็นสื่อประสม (Multimedia) ที่มีสื่อทุกรูปแบบ นำมาใช้ประกอบเนื้อหาที่มีความยากหรือที่มีความซับซ้อน เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น สื่อต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ตัวอักษร (Text) รูปภาพ (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หุ่นจำลอง (Model) เสียง (Sound) และวีดิทัศน์ (Video clip)

4.6 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เพื่อใช้สำหรับการวัดความก้าวหน้าของการเรียน ว่าผู้เรียนมีการพัฒนาขึ้นมากน้อยเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำผลของการวัดไปประเมินผลการเรียนการสอนต่อไป

5. ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉนวนพร เลาหจรัสแสง (2541 : 31) ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม

1. กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ คือ การตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด กล่าวคือ เป็นบทเรียนหลัก บทเรียนเสริม เป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติม หรือเป็นแบบทดสอบ

2. รวบรวมข้อมูล หมายถึง การเตรียมความพร้อมทางด้านของทรัพยากรสารสนเทศทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนเนื้อหา การพัฒนาและออกแบบบทเรียน และสื่อในการนำเสนอ

3. เรียนรู้เนื้อหา ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหากเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาที่จะต้องหาความรู้ทางด้านการออกแบบบทเรียนหรือหากเป็นผู้ที่ออกแบบบทเรียนก็ต้องหาความรู้ทางด้านเนื้อหาควบคู่กันไป

4. สร้างความคิด คือ การระดมสมองนั่นเอง การระดมสมอง หมายถึง การกระตุ้นให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะเวลาอันสั้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน

1. ทอนความคิด เป็นการนำเอาความคิดทั้งหมดมาประเมินดูว่าข้อคิดใดที่น่าสนใจ การสอนความคิดเริ่มจากการคัดเอาข้อคิดที่ไม่อาจปฏิบัติได้เนื่องจากเหตุผลใดก็ตาม หรือข้อคิดที่ซ้ำซ้อนกันออกไปและรวบรวมความคิดที่น่าสนใจที่เหลืออยู่มาพิจารณาอีกครั้ง

2. วิเคราะห์งานและแนวคิด การวิเคราะห์งานเป็นการพยายามในการวิเคราะห์ขั้นตอน เนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด คือ ขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพิถีพิถันพิจารณาทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและเนื้อหาที่มีความชัดเจนเท่านั้น

3. ออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยการวิเคราะห์การเรียนการสอนจะประกอบไปด้วย การกำหนดประเภทของการเรียนรู้ ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละ ประเภท การจัดระบบความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบลำดับของบทเรียนที่ดีที่สุด

4. ประเมินและแก้ไข การออกแบบการประเมินนั้นเป็นสิ่งที่จะต้องทำอยู่เรื่อยเป็นระยะ ๆ ระหว่างออกแบบไม่ใช่หลังจากการออกแบบโปรแกรมเสร็จแล้วเท่านั้น หลังจากการออกแบบแล้วจึงควรที่จะมีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและโดยผู้เรียนสักรอบหนึ่งเสียก่อน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน

ผังงาน คือ ชุดของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ในการเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญทั้งนี้ก็เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ และปฏิสัมพันธ์นี้จะถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ ซึ่งจะแสดงกรอบของการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด

การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่าง ๆ ลงในกระดาษ เพื่อให้ให้นำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง / เขียนโปรแกรม

ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม การใช้โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างนั้น ผู้ใช้จะได้มาซึ่งงานตรงกับความต้องการและลดเวลาในการสร้างได้ในส่วนหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบการเรียน

เอกสารประกอบการเรียนเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เอกสารประกอบการเรียนอาจแบ่งได้ เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่าง ๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมทั่ว ๆ ไป เช่น ใบงาน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน

บทเรียนเอกสารประกอบทั้งหมดควรได้รับการประเมินในส่วนของ การนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ส่วนของการนำเสนอที่ผู้เรียนควรจะทำ การประเมิน คือผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน การประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์ ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังอาจทดสอบความรู้ผู้เรียนหลังจากที่เรียนจาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ๆ แล้ว โดยผู้เรียนจะต้องมาจากผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนนี้ อาจครอบคลุมการทดสอบนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

นอกจากนี้ ประวิทย์ สิมมาทัน (2546 : 25) ยังได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชา พื้นความรู้ และความพร้อมของผู้เรียนเพื่อนำมาใช้ในการวางแผนและประกอบการสร้างบทเรียน
2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือสิ่งที่คาดหวังของหลักสูตร เพื่อกำหนดรูปแบบและลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม
3. วิเคราะห์เนื้อหา จัดทำแผนภูมิช่วยงานให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน แสดงลำดับ ก่อนหลังของหัวข้อเรื่องต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์
4. จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ
5. สร้างข้อความในแต่ละกรอบเนื้อหาที่กำหนดไว้ ข้อความของกรอบควรสัมพันธ์กับเนื้อหาและหน้าที่ของแต่ละกรอบเนื้อหา
6. เข้ารหัสตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ ซึ่งต้องแปลรหัสตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ใช้ เช่น Authorware หรือ Tool Book

7. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ชั้นตอนนี้ต้องใช้เวลา และทักษะทางคอมพิวเตอร์พอสมควรในการสร้างบทเรียน ซึ่งสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในเรื่องการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Macromedia Authorware

8. ตรวจสอบความเรียบร้อยของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาตามแผนที่กำหนดไว้

9. ทำการทดลองใช้กับผู้เรียนเพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

10. นำไปใช้จริงเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

11. ติดตามผล เพื่อพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

6. ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 240 - 241) ได้กล่าวถึงข้อดีและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอยู่หลายประการได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มพูนจิตใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการ

2. การใช้ภาพหลายเส้นที่ดูแปลกคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรีจะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ

3. ความสนใจของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนขั้นต่อไป

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตน

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากความสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำมาใช้

7. ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเรียน ทั้งนี้เพราะไม่ต้องเรียนพร้อมกับเพื่อน ทั้งห้องหรือต้องมีผู้สอนอยู่ในที่นั้นด้วยจะเรียนกับคอมพิวเตอร์เมื่อไรก็ได้

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้การเรียนทั้งประสิทธิภาพในด้านการลดเวลา ลดค่าใช้จ่าย และประสิทธิผลในด้านทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

9. เสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว ง่ายไป แทนที่ผู้เรียนต้องเปิดหนังสือที่หลาย ๆ หน้า คอมพิวเตอร์สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า

10. ทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูง เพราะมีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะต้องเรียนรู้จากง่ายไปหายากตามลำดับ

บุญเกื้อ ควรวาเวช (2542 : 48) ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่ ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากบทเรียนได้รับการออกแบบดี ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น

2. ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนและวิธีการเรียน ได้หลายแบบตามความถนัดและความสนใจให้ไม่เบื่อหน่าย บทเรียนที่สร้างขึ้นอาจทำให้ลักษณะเป็นแบบฝึกหัดทดสอบแบบบรรยายหรือแบบเกมก็ได้ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถบอกสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนแก่ผู้เรียนได้ทันที ข้อมูลเหล่านี้อาจารย์ผู้สอนอาจนำไปพิจารณาประกอบการพัฒนาบทเรียนต่อไปได้

3. ทำให้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนเองก็มีอิสระในการเลือกศึกษาตามประเด็นหรือเรื่องที่ต้องการ

4. ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเวลาเรียน ทั้งนี้เพราะไม่ต้องเรียนพร้อมกันเพื่อนทั้งห้องหรือต้องมีอาจารย์ผู้สอนอยู่ในที่นั้นด้วย จะเรียนคอมพิวเตอร์เมื่อไรก็ได้ นับได้ว่าเป็นการให้อิสระในการเลือกเวลาเรียนได้ตามสมควร

5. ทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการ เนื้อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทได้สะดวกเร็วขึ้น

6. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนแบบเอกัตบุคคลเป็นไปได้ง่ายโดยที่ครูผู้สอนสามารถออกแบบให้เรียนได้โดยลำพัง

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ทั้งการเรียนมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลาลดค่าใช้จ่าย และประสิทธิผลในแง่ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

8. เสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว จับใจ แทนที่ผู้เรียนจะต้องเปิดหนังสือบทเรียนทีละหน้า หรือทีละหลาย ๆ หน้า ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ก็เพียงแค่กดแป้นพิมพ์เท่านั้น

9. มีเสียงประกอบทำให้เกิดความสนใจและเพิ่มศักยภาพทางการเรียนภาษาได้อีกมาก

10. คอมพิวเตอร์สามารถเสนอภาพเคลื่อนไหว ได้มีประโยชน์ในการเรียนศัพท์ (concept)

11. สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า

12. ทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูง เพราะมีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้จากง่ายไปหายากตามลำดับ

สุคนธ์ สนิชพานนท์ และคณะ (2545 : 170 - 171) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า

1. ส่งเสริมให้นักศึกษาเรียนตามเอกัตภาพ ยึดนักศึกษาเป็นสำคัญ กำเนิดถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล นักศึกษาควบคุมวิธีการเรียนด้วยตนเอง

2. มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ทันทีบทเรียนมีสีสัน รูปร่างเคลื่อนไหว เสียง เร้าใจ นักศึกษารู้สึกตื่นเต้น ไม่เบื่อง่าย เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน และ ยังเปิดโอกาสให้นักศึกษาเรียนซ้ำก็ครั้งก็ได้ตามความต้องการ

3. นักศึกษาเกิดการเรียนรู้และความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น แก้ปัญหาได้เร็วขึ้น เรียนรู้สิ่งที่ง่ายไปยาก ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลเพราะต้องคอยแก้ปัญหาตลอดเวลา

4. ลดการสิ้นเปลืองเวลาของการเรียนลง สอนได้เร็วกว่าปกติและนำไปเรียนได้ทุกสถานที่ไม่ว่าที่โรงเรียนหรือที่บ้าน

5. นักศึกษาจะต้องรู้บทเรียนจึงจะผ่านบทเรียนได้ ไม่สามารถพลิกดูคำตอบก่อน

6. ประเมินผลความก้าวหน้าของนักศึกษาได้โดยอัตโนมัติ

7. ช่วยพัฒนานักศึกษาให้มีหลักการคิดอย่างเป็นระบบ การทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องอาศัยระบอบจึงมีผลทำให้นักศึกษารู้จักวางแผน และแก้ปัญหาตามความต้องการ โปรแกรมที่วางไว้

นอกจากนี้ เทียนชัย ไชยโชค (2552 : 12) ได้กล่าวถึงข้อดีและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้
2. ดึงดูดความสนใจ โดยใช้เทคนิคการนำเสนอด้วยกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว แสง สี เสียง ได้อย่างสวยงามและเหมือนจริง
3. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถเข้าใจเนื้อหาได้เร็ว ด้วยวิธีที่ง่าย ๆ
4. ผู้เรียนมีการโต้ตอบ ปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์และบทเรียนมีโอกาสเลือกตัดสินใจและได้รับการเสริมแรงจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที
5. ช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูง เพราะโอกาสปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งจะเรียนรู้ได้จากขั้นตอนที่ง่ายไปหายากตามลำดับ
6. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจ และความสามารถของตนเอง บทเรียนมีความยืดหยุ่น สามารถเรียนรู้ได้ตามที่ต้องการ
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองต้องควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองมีการแก้ปัญหา และฝึกคิดอย่างมีเหตุผล
8. สร้างความพึงพอใจแก่ผู้เรียน เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน
9. สามารถรับรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างรวดเร็ว เป็นการท้าทายผู้เรียนและเสริมแรงให้ออกเรียนต่อ
10. ให้ครูมีเวลามากขึ้นที่จะช่วยเหลือผู้เรียนในการเสริมความรู้หรือช่วยผู้เรียนคนอื่นที่เรียนอ่อน
11. ประหยัดเวลาและงบประมาณในการจัดการเรียนการสอน โดยลดความจำเป็นที่จะต้องใช้ครูที่มีประสบการณ์สูง หรือเครื่องมือราคาแพง เครื่องมืออันตราย
12. ลดช่องว่างการเรียนรู้ระหว่างโรงเรียนในเมือง และชนบท เพราะสามารถส่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปยังโรงเรียนในชนบทให้เรียนรู้ได้เดียวกัน

สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มีข้อดีคือเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ได้รับการเสริมแรงจากข้อมูลย้อนกลับทันที จึงเหมาะกับนักเรียนเป็นรายบุคคลทั้งที่เรียนช้าหรือเรียนเร็ว เนื่องจากผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ รวมถึงช่วยให้มีความคงทนในการเรียนรู้สูง ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เนื่องจากเป็นสื่อหลายแบบ ทั้งภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว จึงเพิ่มทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

6.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 48) กล่าวถึงข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาในบางสถานที่นั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มค่ากับค่าใช้จ่าย ตลอดจนการดูแลรักษาอีกด้วย
2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนี้นับว่ายังมีน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่น ๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวนและขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้ในการเรียนวิชาต่าง ๆ
3. การออกแบบโปรแกรมการสอนใช้เวลามาก และต้องมีทักษะในการออกแบบเป็นอย่างดีอีกด้วย การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้นนับเป็นภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น ถ้าจะสร้างโปรแกรมที่ใช้สอน 1 ชั่วโมง อาจต้องใช้เวลาในการสร้างมากถึง 300 ชั่วโมง
4. อาจารย์และนักศึกษาที่ขาดความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะต่อต้านการใช้
5. เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถใช้ได้ที่ละคน จะต้องใช้เครื่องจำนวนมาก
เกิดความสิ้นเปลืองสูง
6. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางบทเรียน โปรแกรมไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้
7. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจจะไม่ชอบ โปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอนทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้
8. ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องสำคัญ โปรแกรมอันขาดความคิดสร้างสรรค์ ไม่น่าสนใจสำหรับผู้เรียน
9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ปัญหาที่สำคัญคือขาดแคลนการส่งเสริมจากหน่วยงาน ที่ดูแลรับผิดชอบด้านการศึกษาอย่างจริงจัง
10. การเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนขาดมนุษยสัมพันธ์เพราะอยู่กับเครื่องตลอดเวลา ผู้เขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเด็กสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการสร้างกิจกรรมการเรียนให้เด็กต้องทำกิจกรรมร่วมกัน

เทียนชัย ไชยโชค (2552 : 12) ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงพอสมควรทั้งในด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์
2. ต้องอาศัยความคิดจากผู้ชำนาญการ หรือผู้เชี่ยวชาญจำนวนมาก ในการระดมความคิด
3. ใช้เวลาในการพัฒนานาน
4. การออกแบบสื่อ กระทำได้ยาก และซับซ้อน

จากข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือใช้เวลามากในการออกแบบโปรแกรมการสอน และผู้ออกแบบโปรแกรมต้องมีทักษะ และต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน การพัฒนาบทเรียนจะมีขั้นตอนตายตัว ตัวบทเรียนอาจไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ที่ไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยี อาจรู้สึกต่อต้านจนไม่ได้รับผลดีจากบทเรียนได้เท่าที่ควร

การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิสุทธา อารีราษฎร์ (2551 : 155) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการแสดงออกโดยการทำแบบทดสอบให้ถูกต้องหลังจากได้ผ่านการศึกษจากบทเรียนแล้ว ถ้าผู้เรียนแสดงออกถึงความสามารถมาก โดยทดสอบแล้วได้คะแนนสูงจะถือว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงซึ่งความสามารถที่มีของผู้เรียนนี้เป็นผลมาจากการได้ศึกษาเนื้อหาความรู้จากบทเรียน ดังนั้น จึงเป็นการวัดคุณภาพของบทเรียนได้เช่นกัน ถ้าบทเรียนมีคุณภาพดีเมื่อให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาผ่านบทเรียนแล้วทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในทางตรงกันข้ามถ้าบทเรียนไม่มีคุณภาพเมื่อผู้เรียนเรียนผ่านบทเรียนแล้ว อาจจะมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำหรือค่อนข้างต่ำได้เช่นกัน

ธิติมา อุปศรี (2553 : 289) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คะแนนที่ได้เนื่องจากผลการตรวจสอบพฤติกรรมแสดงออกด้านความรู้ความสามารถของผู้เรียนในสิ่งที่เรียนไปแล้วว่าตรงวัตถุประสงค์ด้านการวัดผล ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัย

นริศรา จันทะนาม (2553 : 6) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวัดจากคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มนต์ชัย เทียนทอง (2554 : 289) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกในรูปของคะแนนหรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด ได้ถูกต้องหลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนจบแล้ว

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียน ซึ่งวัดได้จากคะแนนของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งนักวัดผลและนักการศึกษา มีการเรียกชื่อแตกต่างกันไปเป็นแบบทดสอบความสัมฤทธิ์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หรือแบบสอบผลสัมฤทธิ์ และให้ความหมายไว้ดังนี้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้เชิงวิชาการ เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคลหรือเป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วอย่างน้อยเพียงใด (สมนึก ภัททิยธนี. 2549 : 73)

สรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความรู้ความสามารถ และทักษะทางวิชาการของผู้เรียนจากการเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการทราบว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด เมื่อผ่านการเรียนไปแล้ว

ในการศึกษาครั้งนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการนำไปใช้

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 15 - 20) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้ว ว่าผู้เรียนมี

ความรู้ความสามารถเพียงใด โดยมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐาน การแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และยอมรับในคุณภาพที่สามารถขยายอิงสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจ และการแปลคะแนนของผู้สอบ

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอนเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร่องในส่วนใด จะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่มาตรฐาน แก้ไขได้ทุกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น จะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกัน ดังนี้

- 1) วัดด้านการนำไปใช้
- 2) วัดด้านการวิเคราะห์
- 3) วัดด้านการสังเคราะห์
- 4) วัดด้านการประเมินค่า

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 73 - 79) ได้เสนอว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True - false test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด, ใช่-ไม่ใช่, จริง-ไม่จริง และเหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย ประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงใน ช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้ได้ใจความและถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short answer test) เป็นข้อสอบคล้ายกับ ข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำถามที่ต้องการสั้น ๆ และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายและข้อสอบ อดนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยมี คำถามหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อในชุดหนึ่ง (ตัวยื่น) จะจับคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ใด อย่างหนึ่ง ตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) จะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็น คำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมาน้อยต่างกัน

สมนึก ภักดิ์ทิพย์ (2546 : 67 - 71) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะที่ดีของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังต่อไปนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่ สามารถวัด ได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่ สามารถวัด ได้คงที่คงวา ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิด โอกาส ให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน และไม่เปิดโอกาสให้ทำข้อสอบได้โดย การเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้อง ไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิด คัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้

5. ความขี้ขลาด (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุก เพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย
6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางคำถามตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ ไม่เผ่งกลมเม็ดให้นักเรียนงง
7. ความเป็นปรนัย (Objective) โดยมีคุณสมบัติ 3 ประการ
 - 7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน
 - 7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน
 - 7.3 แปลความหมายของคะแนนให้เหมือนกัน
8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจสอบให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี
9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกผู้เข้าสอบแบบทดสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง
10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ข้อสอบที่ดีคือ ข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป หรือมีความยากพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้นความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้วัดในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีได้แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548 : 97 - 98) ได้กล่าวถึงการจำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-made test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ
 - 1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่
 - 1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้

แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และการแปล ความหมายของคะแนน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ เครื่องมือของครูที่จะใช้สำหรับวัดความรู้ของนักเรียน ว่านักเรียนเรียนแล้วมีความรู้มากน้อยเพียงใด การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทางการเรียน ให้ครอบคลุมพฤติกรรมในการ เรียนรู้ มีการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามผลการวิเคราะห์แล้วจึงจัดทำแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ได้จริง

1.3 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.3.1 หลักการสร้างแบบทดสอบ

Gronlund (1993 : 8 - 11) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบทดสอบไว้ ดังนี้

1. ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดในรูปของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนหรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจง สามารถวัดและสังเกตได้
2. ควรสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด ทั้งในระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น
3. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรจะวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัดแล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนดไว้
4. แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด
5. ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และทันใช้ตามแผนที่กำหนดไว้ เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนการเรียนการสอน (pretest) สำหรับตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนเพื่อการสอนซ่อมเสริม การใช้แบบทดสอบ

ระหว่างการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน (formative test) และการใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอนเพื่อตัดสินผลการเรียน (summative test)

6. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องทำให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด (measurement errors) ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกันจะต้องได้ผลการเรียนเหมือนเดิม

1.3.2 ข้อแนะนำสำหรับการเขียนข้อสอบ

Gronlund (1993 : 36 - 37) ได้ให้ข้อแนะนำสำหรับการเขียนข้อสอบ ดังนี้

1. ควรเลือกชนิดของข้อสอบให้ตรงกับลักษณะของพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดมากที่สุด
2. เขียนข้อสอบที่จะวัดผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ด้านการปฏิบัติ
3. เขียนข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
4. เขียนข้อสอบเพื่อให้วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างอื่นช่วย เช่น เขียนข้อสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมืออุปกรณ์ช่วย
5. พยายามป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อสอบ แต่จะมีผลต่อคำตอบของผู้สอบ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ภาษาซับซ้อนที่ต้องตีความและยากเกินวัยของผู้สอบ
6. หลีกเลี่ยงคำ ข้อความ หรือร่องรอยต่าง ๆ ที่จะแนะคำตอบ
7. เขียนข้อสอบให้มีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่จะวัดวัยของผู้เรียน และการนำผลการทดสอบไปใช้
8. เขียนข้อสอบให้สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้หรือคำตอบที่ดีที่สุดโดยไม่มีข้อโต้แย้งในการตัดสินคำตอบถูก
9. ควรเขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้า เพื่อจะได้มีเวลาในการทบทวนตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
10. ควรเขียนข้อสอบให้มีจำนวนข้อเกินกว่าที่ต้องการใช้จริง เพราะอาจจะต้องตัดข้อสอบบางข้อที่ไม่เหมาะสมออกในภายหลัง

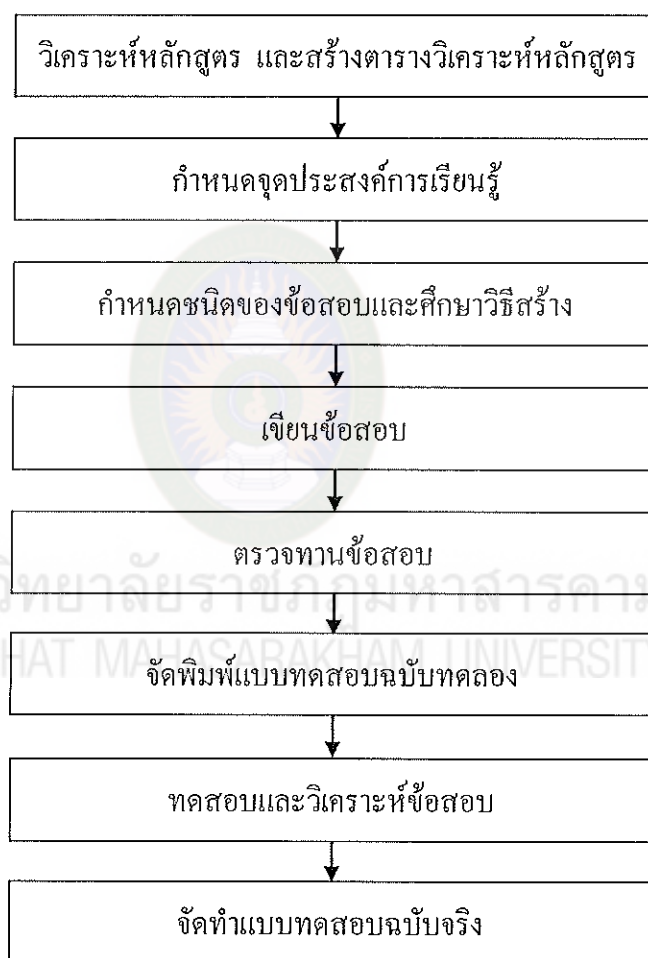
1.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548 : 99 - 100) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกันพอสรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดได้
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ครุมุ่งหวังให้เกิดกับนักเรียน ซึ่งครูจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์ หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3
5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้อง ตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวน ตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทางข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม
7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดสอบ และวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดี อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2548 : 101)

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ต้องวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดชนิดของข้อสอบ และศึกษาวิธีสร้าง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนข้อสอบ ตรวจสอบข้อสอบ จัดพิมพ์

แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองสอน และวิเคราะห์ข้อสอบ และจัดทำแบบทดสอบฉบับจริง ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้นำหลักการและแนวคิดการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามขั้นตอนดังกล่าว จากที่นักวิชาการได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อสิ้นสุดการเรียนแล้ว

2. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจหรือความพอใจตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Satisfaction” ได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้

ชาติรี มูลชาติ (2546 : 43) ได้สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

ก๊อด (สังคม ไชยสงเมือง. 2547 : 43 ; อ้างอิงมาจาก Good. 1973 : 161) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพหรือระดับความพึงพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

Strarss and Saylcs. (1960 : 5 - 6 ; อ้างอิงสังคม ไชยสงเมือง.2547 : 42) ได้ให้ความเห็นว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกพอใจในงานที่ทำ เต็มใจที่จะปฏิบัติงานนั้นให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด เจตคติที่ดี หรือสภาวะทางอารมณ์ของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ซึ่งได้รับการตอบสนองต่อความต้องการของตนเองอย่างดี ดังนั้น พอกล่าวสรุปได้ว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความพอใจ ความชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้นจนบรรลุผลสำเร็จ โดยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

ศุภศิริ โสมาเกตู (2554 : 9 อ้างอิงมาจาก Scott. 1970 : 124) ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้ผลในเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว และมีความหมาย
สำหรับผู้ทำงานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงาน
และการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ
2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จ โดยใช้ระบบการทำงาน
และการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานต้องมีลักษณะ
ดังนี้
 - 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย
 - 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง
 - 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

เมื่อนำแนวคิดของ สก็อต (Scott) มาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมการเรียนการสอน
เพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอน มีแนวทางดังนี้

1. ศึกษาความต้องการ ความสนใจของผู้เรียน และระดับความสามารถ
หรือพัฒนาการตามวัยของผู้เรียน
2. วางแผนการสอนอย่างเป็นกระบวนการและประเมินผลอย่างมี
ประสิทธิภาพ
3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมและกำหนด
เป้าหมายในการทำงาน สะท้อนผลงานและการทำงานร่วมกันได้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2540 : 139 - 144) กล่าวถึงทฤษฎีการจูงใจ
ของนักศึกษิต่าง ๆ ดังนี้

1. ทฤษฎีการจูงใจ ERG ของแอลเดอร์เฟอร์ (Alderfer) กล่าวว่า
ความต้องการของมนุษย์แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ
 - 1.1 ความต้องการเพื่อดำรงชีวิต (Existence Needs) หรือ E
เป็นความต้องการทางด้านร่างกายและปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต
 - 1.2 ความต้องการทางด้านความสัมพันธ์ (Relatedness Needs) หรือ R
เป็นความต้องการที่มีความสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ เช่น สมาชิกในครอบครัว เพื่อนร่วมงาน
และคนที่ต้องการจะมีความสัมพันธ์ด้วย
 - 1.3 ความต้องการความเจริญก้าวหน้า (Growth Needs) หรือ G
เป็นความต้องการที่จะพัฒนาตนเองตามศักยภาพสูงสุด

2. ทฤษฎีการจูงใจของ แมคคลีแลนด์ (McClelland) เชื่อว่าความต้องการเป็นการเรียนรู้จากการมีประสบการณ์และมีอิทธิพลต่อการรับรู้สถานการณ์และแรงจูงใจผู้เข้าหมายโดยแบ่งความต้องการออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1 ความต้องการผลสัมฤทธิ์ (Needs for Achievement) เป็นพฤติกรรมที่จะกระทำใด ๆ ให้เป็นผลสำเร็จ เป็นแรงขับเคลื่อนที่จะนำไปสู่ความเป็นเลิศ

2.2 ความต้องการสัมพันธ์ (Needs for Affiliation) เป็นความปรารถนาที่จะสร้างมิตรภาพและมีความสัมพันธ์อันดีกับผู้อื่นและต้องการควบคุมผู้อื่น

2.3 ความต้องการอำนาจ (Needs for Power) เป็นความต้องการควบคุมผู้อื่น มีอิทธิพลต่อผู้อื่น และต้องการควบคุมผู้อื่น

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงาน หรือที่ต้องปฏิบัติให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ ครูผู้สอนจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมีแนวคิดพื้นฐานที่แตกต่างกันดังนี้ (สุภศิริ โสมาเทศ. 2544 : 53 ; อ้างอิงใน ละมัย บุตรมาตร. 2551 : 115 - 119)

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการตอบสนอง

2. ผลของการปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจ ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและผลการปฏิบัติงาน จะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการปฏิบัติงานที่ดีจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปของรางวัลหรือผลตอบแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลตอบแทนภายใน (Intrinsic Rewards) และผลตอบแทนภายนอก (Extrinsic Rewards)

จากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว เมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผลตอบแทนภายในหรือรางวัลภายใน เป็นผลด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดแก่ตัวผู้เรียนเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ และสามารถดำเนินงานภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่นส่วนผลตอบแทนภายนอก เป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดหาให้มากกว่าที่ตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับคำยกย่องชมเชยจากครูผู้สอน พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือแม้แต่การได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวกซึ่งมักจะควบคู่กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทั้งทางด้านร่างกายและด้านจิตใจ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จ

2.2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาค่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน เป็นแบบประเมินบทเรียน สร้างโดยยึดตามแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของไชยยศ เรืองสุวรรณ (2548 : 176 - 178) ซึ่งประเด็นหลักที่ใช้ในการประเมิน มีดังนี้

1. ส่วนนำของบทเรียน ได้รับความสนใจ มีข้อมูลพื้นฐานบทเรียนที่จำเป็น มีเส้นทางการเดินของบทเรียนที่เหมาะสม
2. ส่วนเนื้อหาสาระของบทเรียน พิจารณาด้านความถูกต้อง ความสอดคล้องกับหลักสูตร ความสัมพันธ์ต่อเนื่อง ความยาวและความยากง่ายเหมาะสม ความถูกต้องของการใช้ภาษาการสื่อความหมายชัดเจน ไม่ขัดต่อความมั่นคงของชาติ
3. ส่วนการออกแบบการเรียนการสอน มีความเหมาะสม ออกแบบด้วยการคิดเชิงตรรกะที่ดี พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่น สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล มีกลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ
4. ส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม ง่ายต่อการใช้ภาพประกอบ ขนาด สี ตัวอักษร เสียง ดนตรี ชัดเจน และเหมาะสม บทเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถควบคุมเส้นทางการเดินของบทเรียน และการให้ผลป้อนกลับผู้เรียนเหมาะสม
5. ส่วนประเมินการเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ ความยากง่ายเหมาะสม ส่งเสริมทักษะการคิด การประยุกต์ใช้มีรูปแบบหลากหลาย และมีปริมาณเพียงพอที่จะให้เกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้ และสามารถประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ในหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความสนใจกับความพึงพอใจมาก นักจิตวิทยาอุตสาหกรรมได้สร้างแบบวัดความพึงพอใจ ตามนิยามศัพท์เฉพาะ และตามจุดมุ่งหมายของการวัด การแบ่งแบบวัดมีหลายลักษณะ ดังนี้

1. แบบสำรวจปรนัย (Objective Surveys) เป็นแบบวัดที่มีคำถาม และคำตอบใช้เลือกตอบ โดยที่ผู้ตอบ ๆ ตามที่ตัวเองมีความคิดเห็น และความรู้สึก เป็นข้อมูลที่สามารถวิเคราะห์ด้วยเชิงปริมาณ

2. แบบสำรวจเชิงพรรณนา (Descriptive Surveys) เป็นแบบสอบถามที่ ผู้ตอบ ๆ ด้วยคำพูดและข้อเขียนของตนเอง เป็นแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิด ใช้ผู้ตอบ โดยอิสระเป็นข้อมูลที่ได้ในเชิงคุณภาพ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการหรือกิจกรรมที่ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทั้งทางร่างกายและด้านจิตใจ เป็นส่วนที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตมากขึ้นเพียงใด ดังนั้น ครูผู้สอนควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ SE

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ SE

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545 : 41 - 43) ให้ความหมายว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ได้สืบค้นหรือค้นหาคำตอบในเรื่องหรือประเด็นที่กำหนด เน้นให้ผู้เรียนรับผิดชอบการจัดการเรียนรู้ของตนเอง ครูมีบทบาทเป็นผู้ให้ความกระจ่าง และเป็นผู้อำนวยความสะดวกซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนค้นพบข้อมูล และจัดระบบความหมายข้อมูลของตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 136) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าคือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดลอมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

พจมาน ทรัพย์สมาน (2549 : 2 - 3) ได้ให้ความหมายว่า การที่ผู้เรียนใช้กระบวนการเรียนรู้ สร้างความรู้ของตนเองจากการคิดและปฏิบัติจริงตามลำดับขั้น เพื่อวิเคราะห์ความสำคัญของสิ่งที่จะเรียนรู้ วางแผนกำหนดขอบเขตวิธีการเรียนรู้ ลงมือเรียนรู้

ตามแผน นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ วิเคราะห์ อภิปราย สรุปความรู้ ข้อคิด แนวทางการปฏิบัติ จัดทำผลงานรายงานผลการเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ของตนเองในรูปแบบต่าง ๆ ตามความถนัดและความสนใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง มีความสุข และภาคภูมิใจในตนเองสอดคล้องกับความเชื่อที่ว่าทุกคนมีศักยภาพในการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ในการเรียนรู้ของตนเอง

ประสาท เนืองเฉลิม (2550 : 26) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนจะทำให้ครูผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

ทิศนา แคมมณี (2553 : 141) ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนอำนวยความสะดวกในการเรียนในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่น

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่าเป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน วางแผนการเรียนรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยที่ครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ คอยสนับสนุน ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนตามความถนัดและความสนใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง มีความสุขและภาคภูมิใจในตนเอง

2. หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2526 : 92 - 101) กล่าวว่า จิตวิทยาการศึกษาเปรียบเสมือนเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน และกล่าวถึงจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. จิตวิทยาในเรื่องการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1.1 สถานการณ์เพื่อการเรียนรู้ เพราะในการเรียนการสอนแบบนี้มุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นพบตัวเอง จึงต้องมีประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้และความคิด

1.2 กระบวนการเรียนรู้และการคิด การเรียนการสอนแบบนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และการคิดอย่างมีขั้นตอน โดยเริ่มจากสิ่งที้ง่ายไปหาสิ่งที่ยาก และซับซ้อนขึ้นเป็นลำดับ

1.3 ผลการเรียนรู้คือความรู้ความคิด และการกระทำเป็นผลที่ได้ของผู้เรียน โดยทั้งสามส่วนนี้ประสานสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน เป็นระบบของการเรียนรู้

2. จิตวิทยาในเรื่องการเรียนรู้ด้วยการกระทำ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และเป็นผู้กระทำกิจกรรมให้ผู้เรียนมีโอกาสรื้อปรับ และพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียน

3. จิตวิทยาในเรื่องแรงจูงใจใฝ่รู้ เน้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้จากการสังเกต และเปรียบเทียบเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาข้อจิต ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ คือมีความอยากรู้ อยากเห็นที่จะแสวงหาความรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป

4. จิตวิทยาการเรียนรู้ในการสร้างสัจกับแนวหน้า เป็นขั้นตอนในการสร้างความพร้อมในการเรียน 3 ด้านคือ ความพร้อมทางแรงจูงใจ ความพร้อมทางปัญญา ความพร้อมทางพฤติกรรม การสร้างความพร้อมให้กับผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มสอนมีความสำคัญมาก เพราะถ้าผู้เรียนยังไม่พร้อมที่จะเรียนไม่ว่าในทางใดก็ตามการเรียนการสอนจะไม่เกิดผลเท่าที่ควร

ซูครี สนิทประชากร (2533 : 22 - 23) กล่าวถึงโครงสร้างของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของนักจิตวิทยาในกลุ่ม Cognitive field theory คือ เพียเจ้ (Piaget) ซึ่งวางรากฐานสำคัญของการที่บุคคลจะนำประสบการณ์ต่าง ๆ มาเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้นั้นประกอบด้วย

1. การใช้โครงสร้างเดิมเพื่อการเรียนรู้ (Assimilation Structure) หมายถึง การที่องค์ประกอบต่าง ๆ ของปัญหามาประสานสัมพันธ์กัน เป็นโครงสร้างความคิดของบุคคลทำให้บุคคลเข้าใจสิ่งแวดล้อมอันเป็นปัญหา หรือพูดอีกนัยหนึ่งว่า บุคคลนำความรู้เดิมเท่าที่สามารถรวบรวมได้มาแปลความหมาย ทำความเข้าใจสิ่งแวดล้อมหรือการใช้ความรู้เดิมมาคิด ทำความเข้าใจสิ่งใหม่นั้นเอง

2. การปรับขยายโครงสร้างเพื่อการเรียนรู้ (Accommodation Structure) หมายถึง การที่บุคคลขยายความคิดต่อสิ่งแวดล้อมกว้างขวางออกไป แก้ปัญหาได้ลึกซึ้งกว้างขวางออกไปความคิดนำข้อมูลหรือตัวแปรต่าง ๆ มาประกอบการคิดได้กว้างขวางขึ้น ทำให้สามารถแก้ปัญหาปรับคนให้เข้ากับสิ่งใหม่ ๆ บุคคลมีความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทำความเข้าใจสิ่งแวดล้อมเพิ่มพูนขึ้น

โครงสร้างทั้งสองที่กล่าวมาเป็นโครงสร้างกระบวนการสืบสวนสอบสวน หรือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จากโครงสร้างทั้งสองนี้ทำให้เราสามารถใช้สลับกับแนวหน้าเข้าช่วยในการเรียนรู้ใหม่ ๆ โดยให้เด็กถามเกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งใช้การสังเกตเป็นส่วนใหญ่ เพื่อขยายโครงสร้างให้กว้างขวางออกไป เพื่อให้เกิดสิ่งกับใหม่ ๆ ให้เด็กพร้อมที่จะรับรู้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ได้อธิบายว่าการเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ไม่ควรเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่งเพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก เน้นการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นให้เด็กมีพัฒนาการเร็วขึ้น นอกจากนี้ เพียเจต์ ยังกล่าวถึง ขั้นตอนการพัฒนาของมนุษย์ขึ้นอยู่กับช่วงอายุ ดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เช่น

- ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (0 - 2 ปี)

- ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (2 - 7 ปี)

 ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (2 - 4 ปี)

 ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (4 - 7 ปี)

- ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (7 - 11 ปี)

- ขั้นการคิดแบบนามธรรม (11 - 15 ปี)

2. ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3. กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะดังนี้

- การซึมซับหรือการดูดซึม (assimilation) เป็นการรวบรวม

ประสบการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ เข้ามาเก็บไปในครั้งต่อไป

- การปรับและจัดระบบ (accommodation) คือกระบวนการทางสมอง

ในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบ จนเกิดเป็นโครงสร้างใหม่ขึ้น

- การเกิดความสมดุล (equilibration) เป็นการนำเอาขั้นแรกและขั้นสองมารวมกัน หากปรับแล้วเข้ากันได้ก็จะดี ถ้าปรับแล้วไม่เข้ากันก็จะเกิดความขัดแย้ง

ทฤษฎีวิวัฒนาการเชิงสังคมของไวโกตสกี (Vygotsky)

แนวคิดของ ไวโกตสกีเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ตามแนว

คอนสตรัคติวิซึม (Social constructivism) ไวโกตสกี เชื่อว่า

1. องค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของบุคคล คือการสร้างสื่อกลาง (Mediation) และมีการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ทางสังคมและวัฒนธรรม
2. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว โดยเฉพาะสิ่งแวดล้อม ทางสังคมและวัฒนธรรม ช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคล
3. การช่วยเหลือและชี้แนะจากผู้ที่มีความชำนาญมากกว่าจะทำให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาที่ไม่สามารถแก้ด้วยตนเองได้
4. ประสบการณ์จากการแก้ปัญหาคงกล่าว จะทำให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหานั้นได้โดยลำพังในเวลาต่อมา

ในด้านการเรียนรู้ของบุคคล ไวกอตสกีไม่เห็นด้วยกับเพียงอย่างเดียวว่าความสามารถในการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับช่วงอายุ ไวกอตสกี ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาขอบเขตของการเรียนรู้ไว้ (Zone of proximal development) สรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองขึ้นได้ด้วยการรับคำชี้แนะหรือทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ไวกอตสกี อธิบายการพัฒนาขอบเขตของการเรียนรู้ว่าเป็นการลดช่วงห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่ผู้เรียนมีอยู่ในขณะนั้นซึ่งดูได้จากปัญหาที่ผู้เรียนไม่สามารถแก้ได้โดยลำพัง แต่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ถ้าได้รับการชี้แนะจากผู้มีความชำนาญมากกว่า ช่วยให้ผู้เรียนรู้และสามารถแก้ปัญหานั้นได้ด้วยตนเองในเวลาต่อมา

จากหลักจิตวิทยาดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ จิตวิทยาการเรียนรู้ การเรียนรู้ด้วยการกระทำ การทำให้เกิดแรงจูงใจใฝ่รู้ การสร้างสิ่งก้ำกึ่งกับแนวหน้าเพื่อสร้างความพร้อมในการเรียน เกิดสิ่งก้ำกึ่งใหม่ ๆ ชั่วๆให้นักเรียนเกิดความอยากเรียน และนักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้สร้างความพร้อมให้กับนักเรียน

3. ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้อย่างหลากหลาย พอสรุปได้ดังนี้

สคูธน์ สีนธพานนท์ และคณะ (2545 : 196 - 197) สรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาหลักสูตรให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญห การนำเข้าสู่บทเรียนอาจทำได้หลายวิธี ผู้สอนจะต้องเลือกหรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนให้

เหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบ การค้นคว้าหาความรู้ หรือการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

2. ขั้นใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบ การใช้คำถามนี้ จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดขึ้น โดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่อง สัมพันธ์กันชุดของคำถามต้องสามารถนำผู้เรียนไปสู่การตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบที่ อาจเป็นไปได้ ซึ่งควรเป็นแนวทางของการกำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าหรือทำการทดลอง

3. ขั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบกำหนดวิธีการศึกษา การทดลอง เพื่อหาคำตอบคำถามในขั้นนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอธิบายวิธีการหาความรู้ อาจออกแบบ วิธีศึกษาค้นคว้าหลายวิธีแล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด

4. คำเนิการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนจะต้องใช้คำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการที่ได้เลือกไว้ให้ชัดเจน จดบันทึกข้อมูลไว้

5. ขั้นอภิปรายเพื่อสรุปผล ในขั้นนี้เป็นการใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้ จากการศึกษาค้นคว้าและการตอบคำถามเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบของปัญหา ผู้สอนควรใช้คำถามฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนพบใน ชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะ เรียนต่อไป

พันธ์ ทองชุมนุม (2547 : 54 - 56) ได้กล่าวถึงกิจกรรมสำคัญของการสอน ด้วยวิธีนี้คือ การอภิปรายผลและการทดลอง โดยแบ่งขั้นตอนได้ ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายเป็นกิจกรรมสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดของ ตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ส่วนการทดลอง ถือว่าเป็นหัวใจของการสอนด้วยวิธีนี้ เพราะเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ ฝึกให้ นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางโอกาส แต่บางครั้งการทดลอง อาจขึ้นอยู่กับเหตุผลของเหตุการณ์นั้น ๆ เช่น ความพร้อมของอุปกรณ์ ความปลอดภัย ในการทดลอง ข้อจำกัดในเรื่องเวลาหรือเหตุผลความจำเป็นตามแต่กรณี ซึ่งในกรณีเช่นนี้เรา อาจจะใช้ข้อมูลของผู้อื่นที่ได้ทดลองมาแล้วมาใช้ประโยชน์ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการอภิปรายเพื่อนำไปสู่ผลดังกล่าว

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2549 : 4 - 5) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีรูปแบบและขั้นตอนที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบที่นิยมนำไปใช้ประกอบด้วย ขั้นตอน 5 ขั้น ได้แก่

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
4. ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น
5. ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

พจนาน ทรัพย์สมาน (2549 : 17 - 18) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองว่าจุดเน้นสำคัญอยู่ที่ทำให้ผู้เรียน เรียนด้วยความรู้สึก อยากรู้อยากเรียน เป็นเจ้าของการเรียนรู้ที่แท้จริง มีโอกาสได้วางแผนการเรียนรู้ กำหนดขอบเขต แนวทางการเรียนรู้ของตนเอง ลงมือเรียนรู้ตามแผนและควบคุมกำกับ การเรียนรู้ของตนเอง นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเรียนรู้มาวิเคราะห์อภิปราย วิพากษ์วิจารณ์ เชื่อมโยงความสัมพันธสรุปความรู้ของตน แล้วจัดทำชิ้นงานเพื่อรายงานผลการเรียนรู้

และกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ตามความสนใจ ทำให้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับเป็นรูปธรรมชัดเจน รวมทั้งได้แลกเปลี่ยน เรียนรู้ซึ่งกันและกัน ประเมินปรับปรุงผลการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ของตนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการคิดและปฏิบัติจริงตามลำดับขั้น 5 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 จุดประกายความสนใจ เป็นกิจกรรมสร้างความรู้สึกอยากรู้อยากเรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าความสำคัญและประโยชน์ของสิ่งที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 วางแผนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้วางแผนการเรียนรู้ของตนเองโดย ร่วมกันกำหนดขอบเขตแนวทาง วิธีการเรียนรู้ ประเด็นเนื้อหาหายย่อย แนวทางการบันทึกและสรุปผล การเรียนรู้พร้อมทั้งจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้

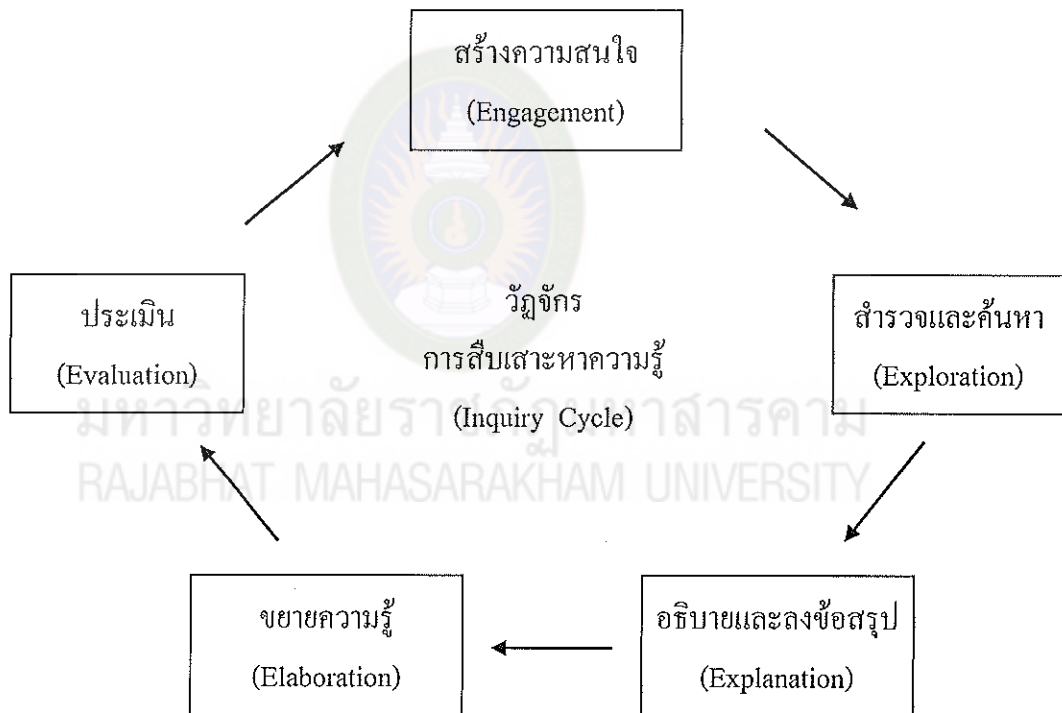
ขั้นที่ 3 ลงมือเรียนรู้ตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ลงมือศึกษาค้นคว้า ศึกษารวบรวมข้อมูล ศึกษาปัญหา ศึกษาทดลอง ตามแผนที่วางไว้ เพื่อแสวงหาและค้นพบความรู้ ข้อคิดแนวทางการปฏิบัติด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อมูลการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้นำข้อมูลข้อค้นพบที่ได้จากการเรียนรู้อำรวมกันวิเคราะห์อภิปราย เปรียบเทียบ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ประเมินค่า สรุป ความคิดรวบยอด คุณค่าความสำคัญ แนวคิด แนวทางการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน และสรุป ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง

ขั้นที่ 5 จัดทำชิ้นงานเพื่อรายงานผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนนำความรู้ ข้อค้นพบข้อสรุปที่ได้จากการเรียนรู้นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความสนใจ พร้อมทั้งบอกเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการเรียนรู้ แสดงความรู้สึกต่อผลงาน แล้วนำผลงานมาแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินซึ่งกันและกัน รวมทั้งวางแผนการต่อยอดการเรียนรู้ตามความสนใจ

นอกจากนี้ BSCS (อ้างจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548 : 147) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นวัฏจักรเนื่องจากความรู้ใหม่จะอยู่บนพื้นฐานของความรู้เดิม ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยพบว่าวัฏจักรการเรียนรู้ที่เป็นแบบแผนแรกนั้น คิดค้นขึ้นโดย อตกิน และคาร์พลัส (Atkin and Karplus) ซึ่งเรียกว่า 3-phase model ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 3 ขั้น คือ การสำรวจ (Exploration) การพัฒนาความคิด (Concept development) และการประยุกต์ (Application) ต่อมา มาร์ติน เซ็กตัน และเกอร์โลวิช (Martin Sexton and Gerlovich) ได้เสนอรูปแบบของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4Es ประกอบด้วย ขั้นตอนต่าง ๆ 4 ขั้น คือ

การสำรวจ (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความ (Expansion) และการประเมินผล (Evaluation) จนกระทั่งต่อมา โรเจอร์ ไบบี (Roger Bybee) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาและการจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า BSCS ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ของการเรียนรู้รวม 5 ขั้นหรือที่เรียกว่าวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน หรือ 5Es ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งได้รับความนิยมกันแพร่หลายในเวลาต่อมา ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (กรมวิชาการ. 2545 : 23)

จากแผนภาพ นักการศึกษากลุ่ม BSCS ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรี้นรู้เข้ากับประสบการณ์เดิมเป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry Cycle หรือ 5Es ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียน และสนใจกิจกรรมควรอยู่บนพื้นฐานประสบการณ์ที่ได้เรียนมาแล้วในอดีตและนำมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์การเรียนรู้ ปัจจุบันบทบาทของครูทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม นักเรียนกำหนดปัญหาซึ่งให้เห็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งกัน นักเรียนควรมีความอยากรู้อยากเห็นในปัญหา กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ชั่วๆ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นกิจกรรม อาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าว หรือสถานการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่คุณเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องศึกษาซึ่งนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการสำรวจและค้นหา เนื้อหาและสร้างแนวความคิดที่ได้จากประสบการณ์ของนักเรียนเองและกำหนดปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจ โดยการสร้างคำพูดเป็นของตนเอง นักเรียนมีเวลาที่จะพูดคุยกับเพื่อนคนอื่น ๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้และสร้างความเข้าใจด้วยตนเองและในขณะเดียวกันก็ทำความเข้าใจกับเรื่องอื่น ๆ ด้วย เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหา สำรวจตรวจสอบแล้ว ครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจ ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลสารสนเทศ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ได้มาจากการสำรวจค้นคว้า ซึ่งผู้เรียนได้ดำเนินการมาแล้ว นักเรียนควรจะสามารถกำหนดแนวคิดรวบยอดตามความเข้าใจของนักเรียนเอง โดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่และสามารถประมวลเป็นความรู้ เพื่อถ่ายทอดสื่อสารไปยังผู้อื่นได้ เมื่อได้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว ขั้นนี้ครูมีหน้าที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์จัดทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผล และอธิบายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างมีเหตุผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจนแล้วนำเสนอผลงาน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ ครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียน

อธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย และให้นักเรียนตรวจสอบผลการทดลองตรวจสอบสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสในการประยุกต์ใช้แนวคิดรวบยอดนำไปสู่ การค้นหาสถานการณ์ใหม่ๆ ที่ละเอียดและระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้า รายละเอียด ในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะ ต่างๆ และมีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ขั้นนี้นักเรียนควรได้รับความรู้ เชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจและแนวคิดรวบยอดที่ลึกลงไป เพื่อให้ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น จากการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองมีความสมบูรณ์ ชัดเจนและลึกซึ้งยิ่งขึ้น ครูควรจัด กิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งมากขึ้น ขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่นำไปสู่การค้นหาทดลองเพิ่มขึ้น อาจทำได้โดยการส่งเสริม ให้นักเรียนตั้งประเด็นอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามนักเรียน ให้นักเรียนเกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมหรือให้ค้นคว้าเพิ่มเติม ในประเด็นที่นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญเนื่องจากนักเรียนจะได้รับผลสะท้อนย้อนกลับจาก ประสบการณ์และความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเอง นักเรียนยังคงพัฒนาแนวคิดรวบยอด และความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากแนวคิดที่เป็น กฎเกณฑ์สำคัญและพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็น ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไป เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่หรือนำไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินจุดเด่นจุดด้อยในกระบวนการเสาะแสวงหา ความรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบซึ่งกันละกัน โดยการอภิปราย แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นที่ได้จากการวิเคราะห์ผลหรือการสำรวจตรวจสอบ

นอกจากนี้สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังได้กำหนดขั้นตอน ของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ไว้ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอน การเรียนการสอน	กิจกรรม การเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาท ของครู	บทบาท ของนักเรียน
1. สร้างความ สนใจ (Engagement)	ครูจัดกิจกรรม หรือสร้าง สถานการณ์ กระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทาย ทำให้นักเรียน สนใจ สงสัย ใครรู้ อยากรู้ อยากเห็นชัดเจน หรือเกิดปัญหา และทำให้นักเรียน ต้องการ ศึกษาค้นคว้า ทดลอง หรือ แก้ปัญหา (สำรวจตรวจสอบ) ด้วยตัวของ นักเรียนเอง	1. เชื่อมโยงกับ ความรู้หรือ ประสบการณ์เดิม 2. แปลกใหม่ นักเรียนไม่เคย พบมาก่อน 3. ชั่วๆ ท้าทาย น่าสนใจ ใครรู้ 4. เปิดโอกาสให้มี แนวทางการ ตรวจสอบอย่าง หลากหลาย 5. นำไปสู่ กระบวนการ ตรวจสอบด้วย ตนเองนักเรียน เอง	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้ อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้น ให้นักเรียนคิด 4. ให้นักเรียน คิดก่อนตอบ คำถามหรือไม่เร่ง เร็วในการตอบ คำถาม 5. ดึงเอาคำตอบ หรือความคิดที่ยัง ไม่ชัดเจนไม่ สมบูรณ์ 6. เปิดโอกาสให้ นักเรียนทำความเข้าใจ กระจ่างในปัญหา ที่จะสำรวจ ตรวจสอบ 7. เปิดโอกาสให้ นักเรียนเลือก หรือกำหนด ปัญหาที่จะสำรวจ ตรวจสอบ	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความ คิดเห็น 4. กำหนดปัญหา หรือเรื่องที่จะ สำรวจ ตรวจสอบให้ ชัดเจน 5. แสดงความ สนใจ

ขั้นตอน	กิจกรรม	ลักษณะกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาท ของครู	บทบาท ของนักเรียน
2. สำรวจและ ค้นหา (Exploration)	ครูจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ให้นักเรียน สำรวจตรวจสอบ ปัญหา หรือ ประเด็นที่ นักเรียนสนใจ ใครรู้	1. นักเรียนได้เรียนรู้ วิธีแสวงหาความรู้ ด้วยตนเอง 2. นักเรียนทำงาน ตามความคิดอย่าง อิสระ 3. นักเรียนตั้ง สมมติฐานได้ หลากหลาย 4. พิจารณาข้อมูล และข้อเท็จจริงที่ ปรากฏแล้ว กำหนดสมมติฐาน ที่เป็นไปได้ 5. นักเรียนวางแผน แนวทางการ สำรวจตรวจสอบ 6. นักเรียนวิเคราะห์ อภิปรายเกี่ยวกับ กระบวนการ สำรวจตรวจสอบ 7. นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติในการ สำรวจตรวจสอบ	1. เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้ วิเคราะห์ กระบวนการ สำรวจตรวจสอบ 2. ชักถามเพื่อนำ ไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ 3. ส่งเสริมให้ นักเรียนได้ทำงาน ร่วมกันในการ สำรวจตรวจสอบ 4. ให้นักเรียน ในการคิด ไตร่ตรองปัญหา 5. สังเกตการณ์ ทำงานของ นักเรียน 6. ฟังการโต้ตอบกัน ของนักเรียน 7. ทำหน้าที่ในการ ให้คำปรึกษา 8. อำนวยความ สะดวก	1. คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบ เขตของกิจกรรม 2. ตั้งสมมติฐาน 3. พิจารณา สมมติฐานที่ เป็นไปได้โดย การอภิปราย 4. ระดมความ คิดเห็นในการ แก้ปัญหาในการ สำรวจ ตรวจสอบ 5. ตรวจสอบ สมมติฐานอย่าง เป็นระบบ ขั้นตอนถูกต้อง 6. บันทึกการสังเกต หรือผลการ สำรวจ ตรวจสอบอย่าง เป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ 7. กระตือรือร้น มุ่งมั่นในการ สำรวจตรวจสอบ

ขั้นตอน การเรียนการสอน	กิจกรรม การเรียนการสอน	ลักษณะกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาท ของครู	บทบาท ของนักเรียน
3. อธิบายและ ลงข้อสรุป (Explanation)	ครูจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ให้นักเรียน วิเคราะห์อธิบาย ความรู้ หรือ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความ คิดเห็น ซึ่งกัน และกันเกี่ยวกับ สิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือสิ่งที่ได้ ค้นพบ เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนา ความรู้ความ เข้าใจในองค์ ความรู้ที่ได้อย่าง ชัดเจน	1. นักเรียนนำข้อมูล ที่ได้จากการ สำรวจตรวจสอบ มานำเสนอใน ลักษณะ - วิเคราะห์ แปลผล - สรุปผล - อภิปราย 2. นักเรียนนำเสนอ ผลงานในรูปแบบ ต่าง ๆ เช่น รูปวาด ตาราง แผนผัง 3. มีการอภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นเกี่ยวกับ ผลงานของ นักเรียน 4. มีการพิสูจน์ ตรวจสอบให้ แน่ใจ (ทำซ้ำหรือ มีเอกสารอ้างอิง หรือหลักฐาน ชัดเจน)	1. ส่งเสริมให้ นักเรียนได้ อธิบายผลการ สำรวจตรวจสอบ และแนวคิดด้วย คำพูดของ นักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนอธิบาย โดยเชื่อมโยง ประสบการณ์ ความรู้เดิม และ สิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือสิ่งที่ได้ค้น พบเข้าด้วยกัน 3. ให้นักเรียน อธิบายโดยมี เหตุผล หลักการ หรือหลักฐาน ประกอบ 4. ให้ความสนใจกับ คำอธิบายของ นักเรียน 5. ส่งเสริมให้ นักเรียนสรุปองค์ ความรู้ที่ได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน สมเหตุสมผล	1. อธิบายการแก้ ปัญหาหรือ ผลการสำรวจ ตรวจสอบที่ได้ 2. อธิบายผลการ สำรวจ ตรวจสอบ สอดคล้องกับ ข้อมูล 3. อธิบายแบบ เชื่อมโยง สัมพันธ์ และมี เหตุผล หลักการ หรือหลักฐาน ประกอบ 4. ฟังการอธิบาย ของผู้อื่น แล้ว คิดวิเคราะห์ 5. อภิปราย ซักถามเกี่ยวกับ สิ่งที่เพื่อน อธิบาย

ขั้นตอน	กิจกรรม	ลักษณะกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาท ของครู	บทบาท ของนักเรียน
การเรียนการสอน	การเรียนการสอน			
4. ขยายความรู้ (Elaboration)	ครูจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ที่ให้นักเรียนได้ ขยายเพิ่มเติม หรือเติมเต็มองค์ ความรู้ใหม่ให้ กว้างขวาง สมบูรณ์ กระจำ และลึกซึ้งยิ่งขึ้น	1. ให้นักเรียน เชื่อมโยงความรู้ เดิมไปสู่ความรู้ ใหม่ 2. ให้นักเรียนได้ อธิบายและร่วม อภิปรายแสดง ความคิดเห็น เพิ่มเติมหรือเติม เต็มเพื่อให้ได้องค์ ความรู้ที่สมบูรณ์ กระจำหรือ ลึกซึ้งขึ้นหรือ ขยายกรอบ ความรู้ความคิด ให้กว้างขึ้น 3. ให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้า หรือ ทดลองเพิ่มขึ้น 4. ให้นักเรียนนำ ความรู้ที่ได้ไป ประยุกต์ใช้ใน เรื่องอื่น ๆ หรือ สถานการณ์ใหม่	1. ส่งเสริมให้ นักเรียนอธิบาย อย่างละเอียด ชัดเจนสมบูรณ์ และอภิปราย แสดงความคิด เห็นเพิ่มเติม หรือ เติมเต็มหรือขยาย แนวความคิด และทักษะจาก การสำรวจ ตรวจสอบ 2. ส่งเสริมให้ นักเรียนเชื่อมโยง ความรู้จากการ สำรวจ ตรวจสอบกับ ความรู้อื่น ๆ 3. ร่วมอภิปราย แสดงความคิด เห็นเพิ่มเติมหรือ เติมเต็มหรือขยาย กรอบความรู้ ความคิด	1. ใช้ข้อมูลจากการ สำรวจ ตรวจสอบไป อธิบายหรือ ทักษะจากการ สำรวจ ตรวจสอบไปใช้ ในสถานการณ์ ใหม่ที่คล้ายกับ สถานการณ์เดิม 2. นำข้อมูลจากการ สำรวจ ตรวจสอบไป สร้างความรู้ใหม่ 3. นำความรู้ใหม่ เชื่อมโยงกับ ความรู้เดิมเพื่อ อธิบาย หรือ นำไปใช้ในชีวิต ประจำวัน

ขั้นตอน	กิจกรรม	ลักษณะกิจกรรม หรือสถานการณ์	บทบาท ของครู	บทบาท ของนักเรียน
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	ครูจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ ที่เปิดโอกาสให้ นักเรียนวิเคราะห์ วิจารณ์ หรือ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้ซึ่งกันและ กันในเชิง เปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติม หรือทบทวนใหม่ ทั้งกระบวนการ และองค์ความรู้	มีการตรวจสอบ ความถูกต้อง ความชัดเจน ความสมบูรณ์ของ กระบวนการ และ องค์ความรู้ที่ได้โดย 1. วิเคราะห์แยก เปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกัน 2. วิจารณ์ หรือ อภิปรายเพื่อ เปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุงหรือ เพิ่มเติม ทั้งกระบวนการ และองค์ความรู้ 3. เปรียบเทียบผล การสำรวจ ตรวจสอบกับ สมมติฐานที่ กำหนดไว้	1. ถามคำถามเพื่อ นำไปสู่การ ประเมิน 2. ส่งเสริมให้ นักเรียนประเมิน กระบวนการและ ผลงานด้วยตนเอง 3. ให้นักเรียน วิเคราะห์สิ่งที่ควร ปรับปรุงแก้ไขใน การสำรวจ ตรวจสอบ ทั้งกระบวนการ และองค์ความรู้ที่ ได้	1. วิเคราะห์ กระบวนการ สร้างองค์ความรู้ ของตนเอง 2. ถามคำถามที่ เกี่ยวข้องจากการ สังเกต หลักฐาน และคำอธิบาย เพื่อความเข้าใจ ที่ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์ และอาจนำไปสู่ การสำรวจ ตรวจสอบใหม่ 3. ประเมิน กระบวนการ และองค์ความรู้ ของตนเอง

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

4.1 บทบาทและหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

วิลลา วโรตมะวิชญ์ (2535 : 27) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

บทบาทของครู โดยที่อยู่บนพื้นฐานของการที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (learner center) บทบาทของครูจึงเป็นเพียงผู้แนะแนว (guide stimulator) ผู้เอื้ออำนวยความสะดวก (facilitator) ซึ่งทำให้นักเรียนในลักษณะของการช่วยให้นักเรียนให้บ่งบอกปัญหาและคำถาม แนะนำการสืบสวนสอบสวน ครูจะได้บรรยากาศที่เป็นอิสระต่อการค้นพบ มีมนุษยสัมพันธ์ดี และต้องมีการสนับสนุนทางด้านจิตวิทยาที่เด็กต้องการ โดยทั่ว ๆ ไปก็คือ ถ้าเป็นไปได้ครูพยายามที่จะลดการพึ่งครูของนักเรียนให้น้อยลง ที่ต้องการก็คือ เขาจะช่วยนักเรียนให้หาแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม ต้องมีความรับผิดชอบที่จะมองคว้าได้มีแหล่งการเรียนรู้ที่เหมาะสมในจำนวนที่เพียงพอแก่นักเรียน ครูจะช่วยทำให้คำตอบหรือการตอบของนักเรียนชัดเจน แนะนำทางเลือกในการตีความของนักเรียน สร้างสถานการณ์ที่สามารถทำให้การสืบสวนสอบสวนเกิดขึ้นได้ การกระทำเช่นนี้ก็ทำให้มองเห็นว่า นักเรียนไม่ได้ถูกปล่อยให้คิดเองหมดในการทำการสืบสวนสอบสวน ครูจะช่วยนักเรียนหาคำตอบที่เหมาะสม ไม่ใช่เน้นไปที่การหาคำถามที่ถูกต้อง ครูต้องมีทักษะเฉพาะในการถามคำถามหลาย ๆ ชนิดที่กระตุ้นให้เกิดการสืบสวนสอบสวน

พันธ์ ทองชุมนุม (2547 : 56) ได้กล่าวถึง บทบาทและหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ และจัดทำคำแนะนำอุปกรณ์สั้น ๆ
2. ชักถามนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อชี้แจงและตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนในด้านต่าง ๆ โดยครูจะต้องฟังและสังเกตพฤติกรรมนักเรียนอยู่ตลอดเวลา
3. ตรวจสอบผลรายงานการทดลองของนักเรียน
4. ถามคำถามเกี่ยวกับการตีความหมายของข้อมูล
5. ถามคำถามเกี่ยวกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะทำการทดสอบสมมติฐานอย่างไร
6. ถามรายงานของการทดสอบสมมติฐาน จัดเขียนมโนคติที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ใช้ความคิด สร้างภาพขึ้นในใจสำหรับใช้อธิบายหลักการทั่วไป และอภิปรายภาพที่สร้างขึ้นเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

7. จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่อการขยายมโนคติออกไป

8. ถ้ามคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมโนมัตถ์ด้วยกัน
และความสัมพันธ์กับวัสดุอุปกรณ์ที่จัดให้

4.2 บทบาทและหน้าที่ของนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

วีณา วัชรวิษณุ (2535 : 27) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

บทบาทของนักเรียนในการที่เริ่มค้นคว้าหาของสำหรับตนเอง เขาควรจะเข้าร่วมการเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง โดยธรรมชาติแล้วก็ไม่ได้คาดหวังว่านักเรียนจะถูกละทิ้งโดยปราศจากการแนะนำจากครู แต่เป็นที่คาดหวังว่านักเรียนจะถูกกระตุ้นให้ถามคำถาม เกิดความคิดที่ท้อในสิ่งที่เขาพบ และคิดถึงแนวทางเลือก ภายในข้อจำกัดผู้เรียนจะสร้างเป้าหมายการเรียนรู้ของเขาโดยความช่วยเหลือของครู ผู้เรียนจะมีอิสระในการสำรวจอย่างกว้างขวางและจะได้รับโอกาสในการที่จะเลือกทางเลือกรูปแบบของนักเรียน มิได้จำกัดอยู่ที่การตอบคำถามครู แต่จะไปถึงการถามตัวเองและค้นหาคำตอบของคำถามนั้น โดยการเดาอย่างมีเหตุผล และการค้นหาด้วยตนเอง

พันธ์ ทองชุมนุม (2547 : 56) ได้กล่าวถึงบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. สำรวจอุปกรณ์
2. สังเกตปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
3. รายงานผลการสืบเสาะหาความรู้ผลการสังเกตที่ได้
4. สืบค้นหาหลักการทั่วไปจากข้อมูลและตั้งสมมติฐาน
5. เสนอแนะการทดลองและการทดสอบสมมติฐาน
6. สังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
7. อภิปรายมโนคติของรูปแบบที่สร้างขึ้น
8. ขยายมโนคติตามข้อมูลที่ได้จากการอภิปราย
9. จัดความสัมพันธ์ของมโนคติให้เหมาะสมกับโครงสร้างของมโนคติหลัก

ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะทำให้ค้นพบสิ่งที่ผิดพลาดไปเกี่ยวกับมโนมัตถ์ที่ยังสงสัย ไม่ชัดเจน และจะทำให้มีการสำรวจใหม่เพื่อทบทวนมโนมัตถ์นั้นอีกครั้ง

จากการศึกษาบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า ครูต้องเป็นผู้ที่เข้าใจแนวทางในการปฏิบัติและบทบาทของตนในการสอน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวังไว้ ครูต้องจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้า ด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่ทำและนำมาสรุปและสื่อสารข้อมูล ข้อความที่ได้อธิบายด้วยตนเอง และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อสังคมและตนเองได้และนักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่ช่างสังเกต ค้นหาคำตอบของคำถามนั้น โดยการเดาอย่างมีเหตุผล และการค้นหาคำด้วยตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของเพื่อน

5. ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2545 : 7) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ 4 ประการดังนี้

1. เพิ่มศักยภาพด้านสติปัญญา เนื่องจากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนต้องเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายและการลงข้อสรุป ฯลฯ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิธีในการแก้ปัญหา เรียนรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น จึงส่งเสริมความสามารถในด้านสติปัญญา ทำให้นักเรียนมีศักยภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น
2. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะมุ่งอยู่ที่ความสำเร็จของการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้รับความรู้ใหม่ด้วยตนเอง นักเรียนมีความคิดเป็นอิสระในการควบคุม นำทางตนเองไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา ไม่ต้องคำนึงเรื่องรางวัล และการลงโทษ สามารถพัฒนาความมีวินัยในตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเอง ไม่ท้อถอยเมื่อเผชิญกับอุปสรรคหรือประสบความล้มเหลวในการแก้ปัญหา ดังนั้น แรงจูงใจใฝ่ผลสัมฤทธิ์ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
3. เป็นการเรียนรู้ยุทธศาสตร์ในการเรียน การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนในวิธีการแก้ปัญหา ตลอดจนการใช้ความพยายามในการค้นพบความรู้ ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กันมาก ได้แก่ กระบวนการใช้คำถาม กระบวนการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งรวมถึงการบันทึก การวิเคราะห์ การประเมินและการปรับปรุงแก้ไข

4. ส่งเสริมการจดจำความรู้ ในการเรียนรู้ที่เรียนรู้อย่างมีความหมายจะถูกเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำระยะยาวของสมองและสามารถเรียกกลับมาใช้ได้ อีก เมื่อมีสิ่งเร้าจากภายนอกมากระตุ้นจะทำให้เกิดการระลึกได้ความรู้ดังกล่าวจึงถูกเรียกมาใช้ได้อีกครั้ง ดังนั้นความรู้ที่เก็บไว้จะถูกนำมาใช้ได้ตลอดเวลา ความรู้จึงคงทนไม่ลบเลือนไป กระบวนการจดจำความรู้ก็จัดเป็นกระบวนการแก้ปัญหาด้วย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่นำเอาความรู้มาเก็บบันทึกไว้อย่างเป็นระบบแล้วเรียกกลับมาใช้ได้ได้อีกตามความต้องการ ในกระบวนการนี้สิ่งที่สำคัญก็คือการเลือกรับความรู้ตามที่ตนสนใจหรือเป็นความรู้ใหม่ซึ่งจะถูกนำไปบูรณาการกับความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว ทำให้เกิดเป็นความรู้ที่กว้างขวางและมีความหมาย การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็เช่นเดียวกันนักเรียนสามารถที่จะนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้ตลอดเวลา โดยปัญหาจะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดการระลึกได้ คือความรู้ที่ต้องการจะใช้ออกมา ดังนั้นจึงช่วยส่งเสริมการจดจำความรู้หรือทำให้ความรู้มีความคงทนหรือลืมได้ยาก

6. ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการเรียนรู้อย่างเต็มที่

6.1 ข้อดี

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 127) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มนต์และหลักการได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544 : 60 - 61) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่ม สร้างสรรค์และจัดระเบียบ
2. การค้นพบด้วยตนเองทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบ ท่องจำ
3. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายโยงความรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนรู้มีความหมาย เป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา
6. ช่วยพัฒนามโนทัศน์แก่ผู้เรียน
7. พัฒนาให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน
8. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะกระทำการสิ่งใด ๆ สำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
9. ได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือ
10. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

6.2 ข้อจำกัด

ภพ เลาห ไพบูลย์ (2542 : 127) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ใช้เวลาในการสอนมากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนสนใจ จะทำให้นักเรียน เบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของ นักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียน ไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียน อาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่มีความกระตือรือร้นพอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะ ศึกษาปัญหาและ นักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะไม่ตอบคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544 : 60 - 61) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ใช้เวลาในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำหรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้
4. เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้
6. ครูต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน
7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

พันธ์ ทองชุมนุม (2547 : 56 - 57) ได้สรุปข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

1. ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างจะมาก
2. หากสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่เร้าใจผู้เรียน อาจจะทำให้ผู้เรียนให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อย มีผลทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่เร้าใจเท่าที่ควร ดังนั้น ผู้สอนต้องเตรียมสร้างสถานการณ์ที่สามารถทำให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมมากที่สุด
3. สำหรับเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อนและค่อนข้างยาก จะทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้าอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. นักเรียนมีวุฒิภาวะยังไม่ได้เป็นผู้ใหญ่พอ อาจไม่มีแรงจูงใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ครบตามกระบวนการ ส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่วางไว้

จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบนี้มีข้อดีที่เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญการฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด ลงมือปฏิบัติและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทน ส่วนข้อจำกัดของการเรียนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้นั้น ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมมาก ถ้าสถานการณ์ไม่น่าสนใจจะทำให้นักเรียนเกิดการเบื่อหน่ายเด็กที่มีสติปัญญาต่ำ ถ้ากระตุ้นไม่ดีพอจะไม่สามารถเกิดการเรียนรู้ได้

7. การประเมินผลการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การประเมินผลการเรียนรู้ สามารถกระทำได้ในขณะที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากพฤติกรรมของผู้เรียนตามขั้นตอนของการสอน ดังนี้

ตารางที่ 2 การประเมินผลการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอน	พฤติกรรมผู้เรียน
1. การสร้างความสนใจ/ให้เผชิญปัญหา	1. ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาได้
2. การสำรวจและค้นหา	1. สำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 2. ตั้งสมมติฐานของคำตอบได้ 3. แสดงการทดลอง/สืบค้นข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานได้
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	1. สร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเองโดยการอธิบายความคิดของตนเองพร้อมแสดงหลักฐานประกอบคำอธิบายแสดงผลการตรวจสอบผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

ขั้นตอนการสอน	พฤติกรรมผู้เรียน
4. การขยายความรู้	1. แสดงการตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้น ใหม่โดย 1.1 อธิบาย/แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นำเสนอไว้ได้หรือ 1.2 ตอบคำถาม/ขยายความ/ให้ตัวอย่าง เพิ่มเติมในเรื่องความรู้/ข้อค้นพบที่ได้ นำเสนอไว้ หรือ 1.3 แสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้าง ขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ เช่น เสนอเป็นโมเดลหรือ แผนผังความรู้ หรือ 1.4 นำเสนอวิธีการและข้อมูลที่ได้ ทำการค้นคว้าเพิ่มเติม ตามประเด็นที่สนใจ ได้
5. การประเมินผล	1. ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐานและคำอธิบายได้ หรือ 2. พูดอธิบายวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ของ ตนเองได้ หรือ 3. แสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับ ความคิดรวบยอดหรือทักษะที่ได้เรียนรู้ หรือ 4. ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ของตนเอง ได้ หรือ 5. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการ สืบรวจตรวจสอบต่อไปได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

ดวงฤดี ถิ่นวิไล (2546 : 89 - 90) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบระดับชั้น โดยสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการจับสลากจากประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทพวิทยา อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.24 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.58 ฉบับหลังเรียนมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.21 - 0.71 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.63 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 ทั้งสองฉบับ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 : 82.71/78.83$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกษมศักดิ์ สุมา (2550 : 62 - 66) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องรูปวงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องรูปวงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของคอมพิวเตอร์ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนบ้านหัวขั้วนานเปะหนองอึ่ง กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาม่วงหนองอึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 จำนวน 32 คน จาก 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้มี 3 ชนิด ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องรูปวงกลม จำนวน 8 หน่วยการเรียนรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง รูปวงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 75.59/74.06 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง รูปวงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.6003 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิผลทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้า ร้อยละ 60.03 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์เรื่อง รูปวงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยรวมและรายข้อทุกข้ออยู่ในระดับมาก ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และรองลงมา 3 อันดับแรก คือนักเรียนชอบที่บทเรียนคอมพิวเตอร์มีภาษาพูดที่เข้าใจง่าย นักเรียนชอบที่ได้ฝึกปฏิบัติแบบฝึกหัดด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น

อมราวดี คำนาลี (2550 : 62 - 66) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง มุม ส่วนของเส้นตรงและเส้นขนาน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง มุม ส่วนของเส้นตรงและเส้นขนาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลศิลาลาด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้มี 3 ชนิด คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องมุม ส่วนของเส้นตรงและเส้นขนาน จำนวน 2 หน่วย การเรียน ใช้เวลาเรียนหน่วยละ 5 และ 7 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้เรียนมีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 16 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง มุม ส่วนของเส้นตรง และเส้นขนาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพได้เท่ากับ 7.66/75.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องมุม ส่วนของเส้นตรง และเส้นขนาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .6977 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 69.77 และนักเรียนมี

ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง มุม ส่วนของเส้นตรงและเส้นขนาน โดยรวมและรายด้าน 2 ด้าน คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียน การสอน และด้านการวัด และประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน

ลัดดา สีนางกู (2550 : 101 - 102) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวน ที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยปรากฏพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนการเรียนรู้แบบร่วมมือและนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน 3) นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนการเรียนรู้แบบร่วมมือมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียน ที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อารีย์ ปานถม (2550 : 74-75) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E กับการเรียนรู้ปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดสว่างอารมณ์ จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 32 คน กลุ่มควบคุม 32 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สูงกว่ากลุ่มการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ ปัญหาหระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สูงกว่า กลุ่มการเรียนรู้ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิพยา นิลดี (2553 : 79 - 80) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้และความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SE กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนรายบุคคล TAI กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 กลุ่มโรงเรียนปัทมาลัย อำเภอลาดบัวหลวง จำนวน นักเรียน 54 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SE จำนวน 27 คน และกลุ่มที่

ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล TAI จำนวน 27 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล TAI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลการเรียนรู้และความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล TAI แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E มีผลการเรียนรู้และความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล TAI

สาธิตา เลื่อมใส (2554 : 110) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่องกำเนิดสัตว์โลก กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบ้านหนองป่าน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต 2 จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่องกำเนิดสัตว์โลก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจนักเรียน และแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่องกำเนิดสัตว์โลก ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$ S.D. = 0.53) 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยรวมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 81.25/87.08 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้อบบทเรียนคอมพิวเตอร์มีค่าเท่ากับ 0.70 หมายความว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มหรือมีคะแนนผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 70.28 5) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$) 6) หลังการเรียนรู้อบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคงทนลดลง 2.92 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วลดลงน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (10%) และหลังการเรียนรู้อบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความทรงจำลดลงร้อยละ 9.16

เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วลดลงน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (30%) แสดงว่าการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ความคงทนการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Johnson, Johnson and Stanne (1985 : 668 - 677) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนแบบร่วมมือแบบแข่งขัน และแบบรายบุคคลที่มีผลสัมฤทธิ์และเจตคติของนักเรียน โดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาการทดลองความจำและการนำไปใช้สูงกว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแข่งขันและแบบรายบุคคล

Bennett (1991 : 446) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของคอมพิวเตอร์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ครูควรใช้เสริมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้นักเรียนปรับปรุงการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ดีขึ้น

Bingham (2002 : 1222-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติที่มีผลต่อการเรียนวิชาการศึกษาทั่วไป โดยกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาผู้ใหญ่ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมเป็นนักศึกษาผู้ใหญ่ที่เรียนด้วยการสอนปกติ ระยะเวลาในการทดลอง 20 ชั่วโมง ทั้งนี้ได้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วัดความรู้พื้นฐานของผู้ใหญ่ ผลการทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน นั่นคือวิธีการสอนทั้งสองวิธี มีผลต่อนักศึกษาผู้ใหญ่เท่ากัน ผู้วิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์แก่นักศึกษาผู้ใหญ่ได้ แต่ไม่สามารถช่วยในการเตรียมตัวสำหรับการทดสอบการพัฒนาการศึกษาทั่วไปได้

Smith (2003 : 3891-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านและจังหวะในการอ่านออกเสียงของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดนักเรียนแบบพึ่งตนเองพึ่งคนอื่น (FDI) กับประสิทธิผลของการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์สอนทักษะการอ่านและจังหวะการอ่านออกเสียงของนักเรียน โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนคนตรีโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 120 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามคะแนนควอไทล์จากแบบทดสอบตัวเลข (FDI) ทั้ง 4 กลุ่มนี้ แบ่งแบบสุ่มออกเป็น 2 ส่วน และครึ่งหนึ่งกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับการสอนที่ได้ใช้

คอมพิวเตอร์ช่วย) กับกลุ่มทดลองได้รับการทดลองโดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์แบบ Music Acc 2 การสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนี้ใช้เวลาครึ่งชั่วโมงต่อสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และรวมการสอนคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง ในระหว่างการทดลอง ผลการทดลอง พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนหลังทดลองสูงกว่าคะแนนก่อนทดลองแต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดฟุ้งตนเองมีคะแนนมากกว่านักเรียนที่มีรูปแบบการคิดฟุ้งคนอื่น

Ndiforchu (2004 : 1106) ได้ศึกษาผลของการเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีต่อทักษะการบวกเลขพื้นฐานสำหรับนักเรียนเกรด 2 บทเรียนได้ถูกออกแบบและพัฒนาโดยผู้วิจัยเพื่อใช้ในการทดลองภาคสนามกับนักเรียนเกรด 2 จำนวน 25 คน ในนครลอสแอนเจลิส เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีต่อความสามารถทักษะพื้นฐานการบวกเลข หลังจากทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบนำเสนอเนื้อหา จากนั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน สถิติที่ใช้ คือ การเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้ t-test ในการจัดกระทำข้อมูล ค้นพบว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ย่อมแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มีดัชนีประสิทธิผลต่อความสามารถต่อพื้นฐานการบวกเลขของนักเรียน

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก ซึ่งการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นสามารถพัฒนาครูและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขตามลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังส่งเสริมพัฒนาการทางสังคมในการทำงานร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีความตระหนักในตนเอง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ และผู้ศึกษาได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป