

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 วิสัยทัศน์
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 จุดมุ่งหมาย
 - 1.4 โครงสร้างหลักสูตร
2. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 2.3 หลักการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
3. บทเรียนโปรแกรม
 - 3.1 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม
 - 3.2 ลักษณะสำคัญของบทเรียนโปรแกรม
 - 3.3 ชนิดของบทเรียน โปรแกรม
 - 3.4 ทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน โปรแกรม
 - 3.5 กระบวนการสร้างบทเรียน โปรแกรม
 - 3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียน โปรแกรม
 - 3.7 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียน โปรแกรม
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. การหาดัชนีประสิทธิผล
6. เจตคติ
 - 6.1 ความหมายของเจตคติ
 - 6.2 การวัดเจตคติ
 - 6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ

- 6.4 ประเภทแบบวัดเจตคติ
- 6.5 การสร้างมาตราวัดเจตคติแบบลิเคอร์ท
- 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 6)

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

- มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

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 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

- มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน
- มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ 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 การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 12-13)

3. จุดมุ่งหมาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

- **จำนวนและการดำเนินการ** ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- **การวัด** ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- **เรขาคณิต** รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)
- **พีชคณิต** แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

- **การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น** การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา เก็บการรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

- **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์** แก้ปัญหาการด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56)

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

- นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

- มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

- เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

- รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวคิรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

- เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

- เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 58-59)

การเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของคณิตศาสตร์

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 162) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คณิตศาสตร์ หมายถึงวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ

วัฒนา ระงับทุกข์ (2543, หน้า 10-11) ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์เป็นคำที่แปลมาจากคำว่า Mathematics หมายถึง สิ่งที่เราเรียนรู้หรือองค์ความรู้ เป็นศาสตร์ของการคิดคำนวณ

สุนทร หนูอินทร์ (2536, หน้า 9) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ โดยอาศัยจำนวน เลข และสัญลักษณ์เป็นสื่อสร้างความเข้าใจ

Hornby and Pamwell (1992 อ้างถึงใน อรรถวณิช, 2550, หน้า 38) กล่าวว่า ความหมายของคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ของการวางระยะ และจำนวนตัวเลข

สุรินทร์ สมณะ (2545, หน้า 1-3) ได้ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยความคิด การใช้กระบวนการคิดต้องอาศัยเหตุผล และการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการฝึกการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง สัญลักษณ์ที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์เกิดขึ้นจากการคิดและตกลงยอมรับที่จะนำไปใช้ เช่น ตัวเลขฮินดูอารบิก ได้แก่ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ซึ่งชาวฮินดูได้คิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 500 และปัจจุบันก็คงใช้ตัวเลขฮินดูอารบิก

3. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์โดยสร้างแบบจำลองและศึกษาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ เช่น เรขาคณิตแบบยูคลิด ปรากฏการณ์ทาง

พันธุกรรม สามารถอธิบายได้ในเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้เมตริกซ์ การเพิ่มของประชากรสามารถอธิบายได้ในเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้เลขยกกำลัง เป็นต้น ความมีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์ของคณิตศาสตร์นั้นเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป เช่น “คณิตศาสตร์เป็นราชินีของวิทยาศาสตร์”

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างควมมีระเบียบแบบแผน มีลำดับขั้นตอนในการคิด และต้องอาศัยการคิดอย่างมีเหตุผล สิ่งที่เราเรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องต่อไป หรือในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นสูงต่อไป เช่น การเรียนเรื่องบวกก่อนการเรียนเรื่องการคูณ การเรียนเรื่องลำดับและอนุกรมก่อนการเรียนแคลคูลัส

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับศิลปะอย่างอื่น ความหมายของคณิตศาสตร์ คือ ความระเบียบและความกลมกลืนที่เกิดขึ้นภายใน นักคณิตศาสตร์พยายามแสดงออกถึงค่าสูงสุดของชีวิต ความสัมพันธ์และแสดงโครงสร้างใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ออกมา การสำรวจความคิดเห็นใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ดังนั้น จึงพอสรุปความหมายของคณิตศาสตร์ ได้ว่า เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิด คำนวณ โดยอาศัยตัวเลข และสัญลักษณ์ เป็นเครื่องมือสื่อความหมายและทำความเข้าใจ และทำให้เกิดการคิด ทักษะกระบวนการ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้

2. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่ง เพราะเป็นวิชาที่ถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการศึกษาศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและสามารถที่จะนำความรู้ด้านคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งมีผู้กล่าวให้ความสำคัญไว้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 47) คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ คณิตศาสตร์ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลกในปัจจุบันเจริญขึ้นเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดีเพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผลความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระเบียบใน

การคิด มีการวางแผน ในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม

พิสมัย ศรีอำไพ (2545, หน้า 8-9) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญที่เยาวชนทุกคนต้องเรียน และเป็นความจำเป็นที่เยาวชนทุกคนต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics for All and All for Mathematics) การที่เยาวชนจะเป็นผู้รู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematically Literate Citizens) และเป็นผู้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Power) หรือไม่นั้น การจัดโปรแกรมการเรียนการสอนเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียน ตลอดจนการจัดเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ ประกอบการเรียนการสอน การจัดเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ กระบวนการเรียนการสอน ล้วนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

ยุพิน พิพิธกุล (2539, หน้า 2) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง คณิตศาสตร์มิใช่มีความหมายเพียงแต่ตัวเลขและสัญลักษณ์เท่านั้น คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดนั้นเป็นจริงหรือไม่ ด้วยวิธีคิดเราก็สามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรากฐานแห่งความเจริญทางเทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญซึ่งทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์

3. หลักการสอนคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2539, หน้า 39-41) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก เช่น การยกตัวอย่างอาจจะยกเป็นตัวเลขง่าย ๆ ก่อนแล้วไปสู่สัญลักษณ์
2. เปลี่ยนจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมมาประกอบ
3. สอนให้สัมพันธ์กับความคิด เมื่อครูทบทวนเรื่องใด ก็ควรจะทบทวนให้หมด การรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายและจำได้แม่นยำขึ้น
4. เปลี่ยนวิธีการสอนไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรจะสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจ ซึ่งอาจจะมีเพลง กลอน เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ การ์ตูนปริศนา และต้องรู้จักสอดแทรกสิ่งละอ้อนพ้นละน้อยให้บทเรียนน่าสนใจ

5. ใช้ความสนใจของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงคลไจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงควรมีนำเข้าสู่บทเรียนเร้าใจเสียก่อน

6. สอนให้ผ่านประสาทสัมผัส ผู้สอนอย่าพูดเฉย ๆ โดยไม่ให้เห็นตัวอักษร ไม่เขียนกระดานดำ เพราะการพูดลอย ๆ ไม่เหมาะกับวิชาคณิตศาสตร์ ผู้สอน ตา ดูหู ฟัง มือ เขียนปากถาม ผู้เรียน ตา ดู หู ฟัง ปากตอบ

7. ควรคำนึงถึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ กิจกรรมให้ควรจะทำต่อเนื่องกับกิจกรรมเดิม

8. เรื่องที่สัมพันธ์กันก็จะสอนไปพร้อม ๆ กัน

9. ผู้เรียนมองเห็น โครงสร้าง ไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา

10. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ที่ยาก ๆ เกินหลักสูตรซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย แต่ผู้เรียนที่เรียนเก่งอาจจะชอบ ควรส่งเสริมเป็นรายไป ในการสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสม

11. สอนให้ผู้เรียนสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง การยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างจนผู้เรียนเห็นรูปแบบจะช่วยให้ผู้เรียนสรุปได้ อย่ารีบบอกเกินไป

12. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้

13. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนหนัก ผู้สอนจึงไม่ควรจะเคร่งครัด

14. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้นและตื่นตัวอยู่เสมอ

15. ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อจะนำสิ่งแปลกและใหม่มาถ่ายทอดให้ผู้เรียนและผู้สอนควรจะเป็นผู้มีศรัทธาในอาชีพของตนจึงจะทำให้สอนได้ดี

ศิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 110-111) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม

2. สอนจากสิ่งที่ใกล้ตัวก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัวนักเรียน

3. สอนจากเรื่องที่ยากก่อนสอนเรื่องที่ยาก

4. สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน

5. สอนให้คิดไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล

6. สอนด้วยอารมณ์ขัน ทำให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลินโดยครูอาจใช้เกม เพลง

ปริศนา

7. สอนด้วยหลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้กับนักเรียนโดยการให้คำพูด เช่น ดีมาก ทำได้ถูกต้องแล้ว ลองคิดดูอีกวิธีหนึ่งดูซิ

8. สอนโดยการนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น เช่น วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนของแมลงหวี่ ซึ่งต้องอาศัยเลขยกกำลัง เพราะจำนวนแมลงหวี่มีจำนวนมาก

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2543, หน้า 22-23) ได้จำแนกทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ทฤษฎีใหญ่ ดังนี้

1. **ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory)** การสอนคณิตศาสตร์ตามวิธีนี้เน้นในเรื่องการฝึกฝนให้ทำแบบฝึกหัดมาก ๆ ซ้ำ ๆ จนกว่าจะเคยชินวิธีการนั้น ๆ เพราะทฤษฎีนี้เชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการที่ได้ฝึกทำสิ่งนั้นซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง ฉะนั้นการสอนทฤษฎีนี้จะเริ่มโดยครูเป็นผู้ให้ตัวอย่างหรือบอกสูตรหรือกฎเกณฑ์ ให้แล้วก็ให้เด็กฝึกฝนทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จนกระทั่งเกิดความชำนาญ นักการศึกษาปัจจุบันนี้ก็ยังยอมรับว่าการฝึกฝนมีความจำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์แต่ก็ได้ชี้ให้เห็นว่า ทฤษฎีแห่งการฝึกฝนนี้มีข้อบกพร่องหลายประการ คือ

- 1.1 เป็นทฤษฎีที่ต้องจดจำ ท่องกฎเกณฑ์ สูตร ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากสำหรับเด็ก
- 1.2 เด็กไม่อาจจะจดจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ได้หมด
- 1.3 เด็กจะขาดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน เป็นเหตุให้เกิดความลำบากสับสนในการคิดคำนวณแก้ปัญหา และลืมสิ่งที่เรียนได้ง่าย

2. **ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้โดยบังเอิญ (Incidental-Learning Theory)** ทฤษฎีนี้มีความเชื่อมั่นว่าเด็กจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีเมื่อเด็กมีความต้องการหรืออยากรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้น ฉะนั้นกิจกรรมการเรียนนั้นควรจะต้องจัดขึ้นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชนซึ่งเด็กได้ประสบกับตนเอง แต่จุดบกพร่องของทฤษฎีนี้ก็คือ ในทางปฏิบัติจริงแล้วเหตุการณ์จะไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก ดังนั้นการเรียนตามทฤษฎีนี้ จะใช้ป็นครั้งคราวเท่านั้น

3. **ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory)** ทฤษฎีนี้ตระหนักว่าการคิดคำนวณกับการเป็นอยู่ในสังคมของเด็กเป็นหัวใจในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และมีความเชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้และเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายต่อเด็กเอง และเป็นเรื่อง que เด็กได้พบเห็นและปฏิบัติในสังคมประจำวัน ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับว่าเป็นทฤษฎีที่มีความเหมาะสมกับการนำเอาไปสอนคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา ได้มีการนำไปใช้กว้างขวางในปัจจุบัน และผลจากการค้นคว้าวิจัยพบว่า ทฤษฎีแห่งความหมายเป็นทฤษฎีที่เด็กเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด

ทิสนา แคมมณี (2552, หน้า 65-66) ได้เสนอทฤษฎีแนวคิดของนักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีสาระสรุปได้ดังนี้

- 1.1 พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้สึกและการกระทำเด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกเป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ

1) ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (Pre-Conceptual Intellectual Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี

2) ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (Intuitive Thinking Period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

ขั้นที่ 3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Operational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงเวลา 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

1.2 ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

1.3 กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะ ดังนี้

1.3.1 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราวและข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

1.3.2 การปรับและการจัดระบบ (Accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบ หรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็น โครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

1.3.3 การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารุนแรงในตัวบุคคล

2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Jerome S. Bruner)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ แบ่งได้เป็น 3 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

2.1 ขั้นการเรียนรู้จากกระทำ (Enactive) เด็กเรียนรู้จากการกระทำมากที่สุด เป็น

กระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิตในลักษณะการถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยการกระทำ การสอนต้องเริ่มด้วยการใช้ของ 3 มิติ พวกวस्तุต่าง ๆ ของจริงต่าง ๆ

2.2 ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic) พัฒนาการทางปัญญาอาศัยการใช้ประสาทสัมผัสมาสร้างเป็นภาพในใจ การสอนสามารถใช้ของ 2 มิติ เช่น ภาพ กราฟ แผนที่

2.3 ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic) เป็นขั้นสูงสุดของการพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์เป็นขั้นใช้จินตนาการล้วน ๆ คือ ใช้สัญลักษณ์ตัวเลข เครื่องหมายต่าง ๆ มาอธิบายหาเหตุผลและเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Zoltan Dienes กับการสอนคณิตศาสตร์ ได้ให้หลักการไว้ดังนี้

3.1 Play Stage นักเรียนมีอิสระที่จะทำอะไรก็ได้ ก่อนแนะนำการใช้สื่อการสอนใหม่ ครูควรให้เวลานักเรียนทำความคุ้นเคยกับสื่อสักระยะ เพื่อสร้างความรู้สึที่ดีต่อกัน

3.2 Structured Stage การสอนตามแผนที่เตรียมมาตามลำดับขั้นตอนนักเรียนปฏิบัติกิจกรรม

3.3 Practice การฝึกหัดความชำนาญในกิจกรรมที่เรียนมา

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ (Robert M. Gagne) กาเย่มีความเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ดังนี้

4.1 การเรียนรู้ต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการสอน

4.2 การเรียนรู้ต้องเป็นไปตามลำดับขั้นตอน การเรียนรู้สิ่งใหม่จะต้องมีพื้นฐานที่จะเรียนสิ่งเหล่านั้นอย่างเพียงพอ

จากทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น ครูสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดี โดยอาศัยหลายทฤษฎีมาผสมผสานเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบวิธีการสอน พัฒนาการจัดการกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียน โดยจัดเนื้อหาการเรียนจากง่ายไปยาก เป็นไปตามลำดับขั้นตอน การเรียนรู้สิ่งใหม่จะต้องมีพื้นฐานเดิมอย่างเพียงพอ จัดการเรียนที่สัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการเรียน มีการฝึกหัดหรือทำซ้ำบ่อย ๆ สร้างความรู้สึที่ดีต่อการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของแต่ละคน

บทเรียนโปรแกรม

1. ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

คำว่า “บทเรียนโปรแกรม” นี้อาจจะมีผู้เรียกแตกต่างกันออกไปจนบางครั้งอาจจะทำให้เกิดความสับสนกันได้ เช่น บทเรียนสำเร็จรูป ตำรา แบบโปรแกรม แบบเรียนด้วยตนเอง เป็นต้น ความจริงแล้ว “บทเรียนโปรแกรม” เป็นการจัดระบบการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้ผลิตบทเรียนโปรแกรมอาจจะสร้างออกมาในลักษณะของเครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องช่วยสอน หรือในลักษณะของตำรา หนังสือหรือแบบเรียนก็เรียกว่า แบบเรียนโปรแกรมหรืออาจจะสร้างในลักษณะอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งาน (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 38)

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 124) กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมจะประกอบด้วย เนื้อหาความรู้ คำถาม และคำตอบ โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนนั้นออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ จัดลำดับเป็นขั้นตอนในรูปแบบของกรอบหรือเฟรม (Frame) โดยในแต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาเป็นขั้นตอนทีละน้อย ในทุกขั้นตอนของการเรียนจะมีคำถามเพื่อทดสอบผู้เรียน และมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนทราบเพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับทันทีเป็นการเสริมแรงบทเรียนแบบโปรแกรมจะบรรจุไว้ในสื่อชนิดต่าง ๆ เช่น หนังสือตำราเรียน สไลด์ फिल्म สหรีปเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องช่วยสอน เป็นต้น นอกจากนี้ อาจเป็นรูปแบบสื่อประสมซึ่งส่วนมากจะจัดในรูปชุดสื่อการเรียนก็ได้

สุวิทย์ มูลคำ (2545, หน้า 36) ได้ให้ความหมายของบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปไว้ล่วงหน้าที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จะเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยบทเรียนดังกล่าวจะเป็นบทเรียนที่นำเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแบ่งเป็นหน่วยย่อยหลาย ๆ กรอบ (Frames) เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ ในแต่ละกรอบจะมีเนื้อหา คำอธิบาย และคำถามที่เรียงเรียงไว้ต่อเนื่องกัน โดยมากจะเริ่มจากง่ายไปหายากเพื่อมุ่งให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับ บทเรียนสำเร็จรูปที่สมบูรณ์จะมีแบบทดสอบความก้าวหน้าของการเรียนรู้โดยผู้เรียนสามารถทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที

ศิริวรรณ วรรณสุทธิ์ (2545, หน้า 19) ได้ให้ความหมายไว้ว่า บทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมเป็นเครื่องช่วยสอนอย่างหนึ่งที่นำเสนอความรู้ในเนื้อหาวิชาหนึ่งเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยเนื้อหาในบทเรียนจะมีลักษณะเป็นขั้นย่อย ๆ สั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า “กรอบ” หรือ “เฟรม” แต่ละกรอบจะบรรจุคำอธิบายเนื้อหา กิจกรรม และคำถามต่อเนื่องกันไปเริ่มจากง่ายไปหายากขึ้นตามลำดับ คำถามอาจเป็นคำถามเดิมคำ ให้เลือก

คำตอบที่ถูกต้องหรือเป็นแบบถูกคิดก็ได้ และจะมีคำเฉลยอยู่ในกรอบถัดไป นักเรียนสามารถประเมินผลความก้าวหน้าของตนเองได้ทันทีเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน

ทิสนา แคมมณี (2552, หน้า 378 – 380) ได้ให้ความหมายของวิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเอง ซึ่งมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างไปจากบทเรียนปกติ กล่าวก็คือ เป็นบทเรียนที่นำเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแตกเป็นหน่วยย่อย (Small steps) เพื่อให้ง่ายแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ และนำเสนอแก่ผู้เรียนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองสิ่งที่เรียน และตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที (Immediately feedback) ว่าผิดหรือถูก ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้มากน้อยตามความสามารถ และสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะบทเรียนจะมีแบบสอบทั้งแบบสอบก่อนการเรียนรู้ (Pretest) และแบบสอบหลังการเรียนรู้ (Posttest) ไว้ให้พร้อม

จากความหมายตามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าบทเรียนโปรแกรมคือ บทเรียนที่มีการจัดเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอน ขึ้นตอนละน้อย ๆ โดยจัดเนื้อหาเป็นกรอบหรือเฟรม ซึ่งในแต่ละกรอบของการเรียนจะมีเนื้อหา คำอธิบาย คำถามเพื่อทดสอบผู้เรียน และมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนทราบเพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

2. ลักษณะสำคัญของบทเรียนโปรแกรม

Dunn and Kenneth (1993, p.205-206 อ้างถึงใน อรรวรรณ, 2550, หน้า 35) ได้สรุปลักษณะของบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมว่า ควรมีองค์ประกอบดังนี้

1. บทเรียนหนึ่งควรสอนเพียงหัวเรื่องเดียว ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้เพียงความคิดรวบยอดเดียว หรือเรียนทักษะใดทักษะหนึ่งเพียงทักษะเดียวจากบทเรียนที่สร้างขึ้นโดยใช้ภาษาอย่างง่าย ๆ หลังจากอ่านบทเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถตอบคำถามหนึ่งและสองข้อได้ แสดงว่าผู้เรียนเข้าใจในกรอบเนื้อหาที่กำหนด บทเรียนสำเร็จรูปนี้ช่วยให้ผู้เรียนเรียนไปตามลำดับขั้น เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเข้าใจผิดมากในภายหลังของเนื้อหา กฎเกณฑ์หรือความคิดรวบยอดของเรื่องที่เรียน ผู้เรียนจะเรียนรู้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความสามารถของตน ผู้เรียนไม่ควรจะเรียนต่อในกรอบต่อไปจนกว่าจะสามารถเข้าใจบทเรียนในกรอบที่เพิ่งจะเรียนมาเสียก่อน เทคนิคนี้เป็นการนำเสนอเนื้อหาครั้งละเรื่องเดียวเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพช่วยสร้างแรงจูงใจ ความรับผิดชอบ ตลอดจนก่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์เป็นลำดับ

2. ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้อย่างกระตือรือร้นเพราะเป็นการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งแตกต่างจากการเรียนกลุ่มใหญ่ในห้องเรียน เนื่องจากการเรียนในห้องอาจจะนั่งนิ่งทำที่ว่าสนใจฟัง

ในสิ่งที่ครูสอน ในขณะที่การเรียนรู้ด้วยตนเองจากบทเรียนสำเร็จรูป ผู้เรียนจะต้องตอบคำถามซึ่งความสัมพันธ์กับเนื้อเรื่องที่เรียนในแต่ละครั้ง ผู้เรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนตลอดบทเรียนถ้าปราศจากการตอบคำถาม นอกจากนี้คำตอบที่ถูกต้องเท่านั้นจะนำไปสู่ความต่อเนื่องของกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เทคนิคนี้ช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

3. ผู้เรียนควรได้รับการเสริมแรงโดยการตรวจคำตอบทันทีหลังจากตอบคำถามในบทเรียนแล้ว ทันทีที่ผู้เรียนอ่านเนื้อหาในกรอบจนผู้เรียนต้องตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่อ่าน คำตอบของผู้เรียนจะได้รับการบันทึกไว้ ผู้เรียนจะตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องได้จากด้านหลังของกรอบบทเรียน ดังนั้นผู้เรียนจะทราบความถูกต้องหรือไม่ถูกต้องของคำตอบทันที เทคนิคของการเสริมแรงโดยทันทีทันใดเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ

4. ผู้เรียนไม่สามารถที่จะเรียนกรอบต่อไปของบทเรียนได้ จนกว่าผู้เรียนจะสามารถทำความเข้าใจกับบทเรียนในกรอบที่เพิ่งจะผ่านมาอย่างถูกต้อง เมื่อบทเรียนเฉลยว่าคำตอบของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละกรอบถูกต้อง ผู้เรียนสามารถเรียนต่อไปได้ แต่ถ้าคำตอบของผู้เรียนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะต้องกลับไปศึกษาใหม่ โดยการอ่านเนื้อหาในกรอบเก่า หรือเปลี่ยนไปเรียนอีกตอนหนึ่งของบทเรียน ซึ่งจะอธิบายเรื่องที่ไม่เข้าใจด้วยวิธีการที่แตกต่างจากเดิม เพราะว่าผู้เรียนจะต้องเข้าใจในเนื้อหาในแต่ละกรอบของบทเรียนที่ผ่านมาก่อนที่จะเรียนเนื้อหาต่อไปของบทเรียน เทคนิคนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีฐานความรู้แน่นก่อนที่จะไปเรียนใหม่หรือเรื่องที่สัมพันธ์กับเรื่องเก่า

5. ผู้เรียนเรียนจากบทเรียนที่เรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก เนื้อหาในแต่ละกรอบที่เขียนขึ้นในตอนแรกของบทเรียน เริ่มจากเนื้อหาที่ง่ายไม่ซับซ้อนแล้วค่อย ๆ ยากขึ้นตามลำดับ ความเข้าใจของผู้เรียนที่เพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากคำตอบที่ถูกต้องของผู้เรียนในเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้ว เทคนิคนี้ผู้เรียนจะรู้สึกสบายใจ พอใจกับเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้วในตอนต้นของบทเรียน เกิดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองที่เรียนเนื้อหาต่อไป ผู้เรียนที่ประสบความสำเร็จจะดำเนินกระบวนการเรียนรู้ต่อไป

6. ขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ต่อไป ครูจะตัดคำถามง่าย ๆ ออกเพื่อช่วยพัฒนาความรู้ของผู้เรียนตามลำดับ การตัดคำถามง่าย ๆ ออก สามารถทดสอบพัฒนาการด้านความรู้ของผู้เรียนได้อย่างเที่ยงตรง เทคนิคนี้ช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนและการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของสื่อการสอนได้อย่างถูกต้อง

บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2543, หน้า 42) ได้กล่าวไว้ว่าบทเรียน โปรแกรมมีลักษณะสำคัญ ๆ ดังนี้

1. มีการกำหนดวัตถุประสงค์เอาไว้อย่างชัดเจน สามารถวัดได้จริงหรือที่เรียกว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เนื้อหาวิชาจะถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ หรือย่อย ๆ แล้วนำมาจัดลำดับ แต่ละชั้นย่อยๆ นั้นเรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบอาจมีความสั้นยาวแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม
3. จัดเรียงลำดับกรอบของบทเรียนเอาไว้ต่อเนื่องกัน จากง่ายไปหายากและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน มีการย้ำทวนและให้ผู้เรียน ได้ทดสอบตนเองอยู่ตลอดเวลา
4. ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองหรือมีส่วนร่วมในการเรียน จากกิจกรรมต่าง ๆ กำหนดไว้ในกรอบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและมีทักษะในเรื่องที่เรียน
5. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ผู้เรียนสามารถตรวจสอบคำตอบด้วยตนเองได้ทันที จากคำตอบ และอาจจะมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ด้วย
6. มีการเสริมแรงทุกระยะขั้นตอนที่สำคัญ ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและต้องการเรียนต่อไป การเสริมแรงนี้อาจอยู่ในรูปของคำชมหรือการที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองทำได้ถูกต้องแล้ว
7. ไม่จำกัดเวลาในการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละคน คนอ่อนอาจใช้เวลามากกว่าคนเก่ง แต่ก็สามารถเรียนสำเร็จได้เช่นกัน
8. มีการวัดผลที่แน่นอน คือ มีทั้งการทดสอบย่อยในระหว่างที่เรียน ทดสอบก่อนเรียนและหลัง

อำนาจ เดชชัยศรี (2544, หน้า 129-130) ได้กล่าวว่า ลักษณะของบทเรียนสำเร็จรูปหรือ บทเรียน โปรแกรม คือ เนื้อหาบทเรียนถูกแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) และลำดับกรอบของเนื้อหาจากกรอบแรกไปจนถึงกรอบสุดท้าย เนื้อหา นั้นจะถูกลำดับจากสิ่งที่ย่างไปสู่สิ่งที่ ยาก แต่ละกรอบจะมีคำอธิบาย และมีคำถามกระตุ้นความสนใจต่อเนื่องกันไป ผู้เรียนตอบคำถามแล้วจะสามารถตรวจคำตอบได้ทันที คำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิด จะมีการศึกษาไปตามลำดับขั้น และปฏิบัติตามคำแนะนำที่ปรากฏไว้ควบคู่กับเนื้อหา บทเรียนจะกำหนดกิจกรรม เสมือนตัวแทนครูที่กำกับให้ผู้เรียนเรียนเป็นรายบุคคลตัวต่อตัวและทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนเป็นไปตามที่กำหนดไว้

สุวิทย์ มูลคำ (2545, หน้า 36) ได้อธิบายลักษณะที่สำคัญของบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมไว้ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้
2. เนื้อหาหรือเนื้อเรื่องที่จะให้เรียนรู้จะแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่า กรอบบทเรียน ความสั้นยาวของแต่ละกรอบแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม
3. จัดเรียงลำดับกรอบบทเรียนให้ต่อเนื่องกัน เริ่มจากง่ายไปหายากและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน มีการทบทวนให้ผู้เรียนทดสอบการเรียนรู้ของตนเองตลอดเวลา
4. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้เนื้อหาและทักษะจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในกรอบ
5. เป็นการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจากผลการทดสอบทันที โดยสามารถตรวจสอบคำตอบจากคำตอบด้วยตนเองซึ่งในบางข้ออาจมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ด้วย
6. มีการเสริมแรงแก่ผู้เรียนในขั้นตอนเป็นระยะ เช่น คำชมหลังจากที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองทำได้ถูกต้องแล้ว เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ต่อไป
7. ไม่จำกัดเวลาเรียน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล
8. มีการวัดและประเมินผลแน่นอน ซึ่งจะมีการทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ให้เห็นอย่างชัดเจน

สาโรช ไชยรักษ์ (2546, หน้า 126-127) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมสำเร็จรูปกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ชัดเจนในทุกเนื้อหา ทุกตอน วัตถุประสงค์ต้องเป็นเชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้
2. แบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นตอน โดยเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
3. เรียงลำดับเนื้อหาไว้ในกรอบเนื้อหา หรือ Frame
4. จะมีคำถามให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะได้ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับบทเรียนตลอดเวลา
5. เมื่อมีการถามก็จะต้องมีการเฉลยซึ่งเรียกว่า บทเรียนจะตอบสนอง (Feedback) ทันที
6. ภายหลังการเฉลย ผู้เรียนทราบคำตอบแล้วก็ต้องมีการให้รางวัลหรือการเสริมแรง (Reinforcement) โดยการให้คำชมเชยหรือชี้แนะ แล้วแต่กรณี

7. รูปแบบของบทเรียนก็จะดำเนินการไปตั้งแต่ขั้น 1-6 ทั้งนี้จะมากหรือน้อยแล้วแต่เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียนสำเร็จรูปนั้น

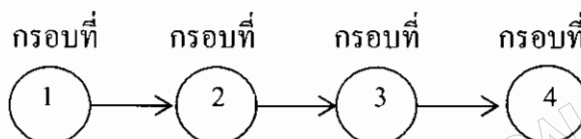
จากลักษณะบทเรียนโปรแกรมตามแนวคิดนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยพอจะสรุปลักษณะบทเรียน โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. มีการกำหนดวัตถุประสงค์อย่างชัดเจนในทุกเนื้อหา ทุกตอน สามารถวัดได้จริง หรือที่เรียกว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. แบ่งเนื้อหาออกเป็นชุดบทเรียนตามจุดประสงค์ และในแต่ละชุดบทเรียนก็แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ หรือย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบอาจมีความสั้นยาวแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม
3. จัดเรียงลำดับกรอบของบทเรียนเอาไว้ต่อเนื่องกัน จากง่ายไปหายากและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
4. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้เนื้อหาและทักษะจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในกรอบ และจะมีคำถามให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะได้ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับบทเรียนตลอดเวลา
5. เมื่อมีการถามก็จะต้องมีการเฉลยซึ่งเรียกว่า บทเรียนจะตอบสนอง (Feedback) โดยผู้เรียนจะตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องได้จากด้านหลังของกรอบบทเรียน ซึ่งในบางข้ออาจมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ด้วย
6. มีการเสริมแรงทุกระยะขั้นตอนที่สำคัญ ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและต้องการเรียนต่อไป การเสริมแรงนี้อาจอยู่ในรูปของคำชมหรือการที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองทำได้อีกต้องแล้ว
7. ไม่จำกัดเวลาในการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละคน คนอ่อนอาจใช้เวลามากกว่าคนเก่ง แต่ก็สามารถเรียนสำเร็จได้เช่นกัน
8. มีการวัดและประเมินผลในแต่ละชุดบทเรียน ซึ่งจะมีการทดสอบย่อยระหว่างเรียนทุกชุด เมื่อผู้เรียนได้ทราบผลคะแนนแล้วจะมีประเมินผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้เรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านตามเกณฑ์ จะต้องได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีการเตรียมไว้ในแต่ละชุดบทเรียน และมีการทดสอบย่อยอีกครั้งหลังจากผู้เรียนรับข้อมูลย้อนกลับแล้ว
9. มีการวัดผลที่แน่นอน ซึ่งจะมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ให้เห็นอย่างชัดเจน

3. ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

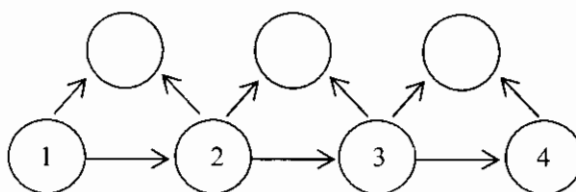
อำนาจ เดชชัยศรี (2544, หน้า 130-131) ได้แบ่งชนิดของบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. **บทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง (Linear Programme)** เนื้อหาจะถูกจัดเรียงเป็นกรอบ (Frame) ตามลำดับจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มเรียนจากกรอบแรกและเรียงลำดับจนกระทั่งกรอบสุดท้ายของบทเรียนจะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไปไม่ได้ สิ่งทีเรียนจากกรอบแรกจะเป็นพื้นฐานของกรอบถัด ๆ ไปดังรูป



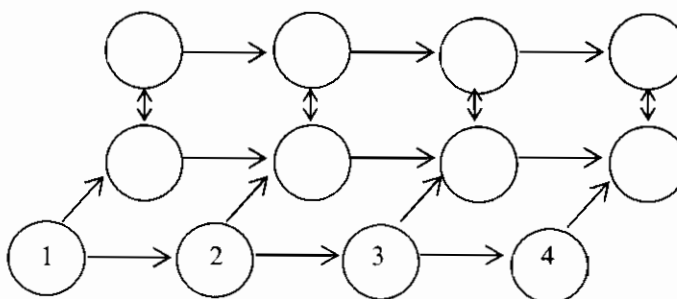
ภาพที่ 1 แสดงบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง

2. **บทเรียนสำเร็จรูปแบบแยกกิ่งหรือสาขา (Branching Programme)** Norman H. Crowder เป็นผู้พัฒนาจาก Skinner ลักษณะบทเรียนชนิดนี้จะไม่ดำเนินไปตามลำดับแต่จะจัดให้มีการเรียงลำดับเนื้อหาย่อยโดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของข้อความย่อย ๆ ที่เป็นหลักของบทเรียนได้ถูกต้อง บทเรียนอาจจะมีคำแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติต่อไปโดยให้ข้ามกรอบนี้ไปกรอบต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องก็อาจจะมีข้อความย่อยต่าง ๆ เพิ่มเติมให้ศึกษาก่อน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและก้าวต่อไป การเรียนจะไม่ดำเนินไปตามลำดับขั้นจากกรอบแรกไปถึงกรอบสุดท้ายแต่อาจจะย้อนไปย้อนมาในกรอบต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน ดังรูป



ภาพที่ 2 แสดงบทเรียนสำเร็จรูปแบบแยกกิ่งหรือสาขา

3. **บทเรียนสำเร็จรูปแบบผสม (Combination Programme)** เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่ให้โอกาสการตอบสนองของผู้เรียน โดยมีทั้งแบบ เส้นตรง และแบบแตกกิ่งในเนื้อหาเดียวกัน ดังรูป



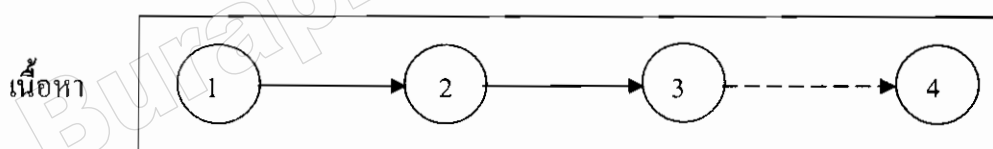
ภาพที่ 3 แสดงบทเรียนสำเร็จรูปแบบผสม

การใช้แบบเส้นตรงและแบบแตกกิ่งในกรอบใด ต้องพิจารณาแต่ละตอนและใช้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาของบทเรียน

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 36-38) ได้แบ่งบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูป ออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear program)

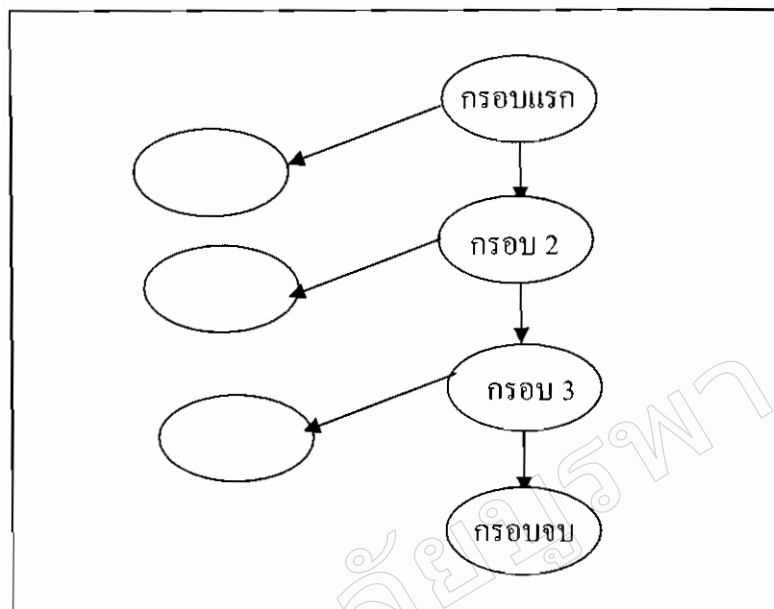
บทเรียนชนิดนี้จะบรรจุเนื้อหาข้อย่อยลงในกรอบตามลำดับจากกรอบแรกไปจนถึงกรอบสุดท้าย ผู้เรียนจะต้องศึกษาเรียงตามลำดับต่อเนื่องกันไปตั้งแต่กรอบแรกไปจนถึงกรอบสุดท้าย ไม่ควรเรียนข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ว่าจะเป็นคนเรียนเก่งหรือเรียนอ่อนก็ตาม ซึ่งอาจใช้เวลาเรียนไม่เท่ากัน บทเรียนแบบเส้นตรงมีลักษณะดังแผนภูมิดังนี้



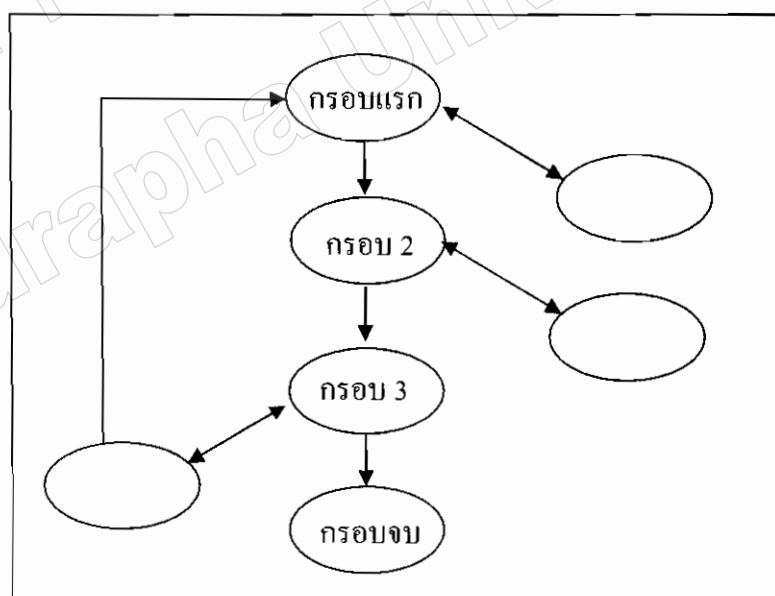
ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงบทเรียนแบบเส้นตรง

2. บทเรียนแบบแตกสาขาหรือแตกกิ่ง (Branching program)

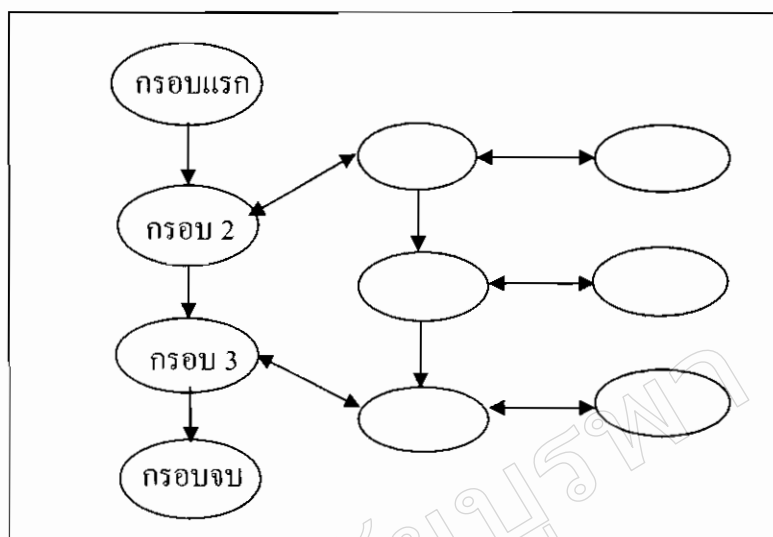
บทเรียนชนิดนี้จะมีการจัดเนื้อหาข้อย่อยลงเป็นกรอบเช่นเดียวกับบทเรียนแบบเส้นตรง แต่จะมีกรอบย่อย ๆ เรียกว่า กรอบหรือกิ่งสาขาแตกออกมาจากกรอบหลักหรือกรอบขึ้น มีประโยชน์สำหรับให้ความรู้พื้นฐานเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนมียังมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอที่จะเรียนในกรอบต่อไป ผู้เรียนทุกคนไม่จำเป็นต้องเรียนทุกกรอบ คนเก่งอาจจะเรียนจบเร็วกว่าคนอื่น เพราะไม่ต้องเสียเวลาแวะเรียนตามกรอบสาขา บทเรียนแบบแตกสาขานั้นสามารถแตกสาขาได้ในลักษณะต่าง ๆ ดังแผนภูมิต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงบทเรียนแบบแตกสาขาเพื่ออธิบายคำตอบที่ผล



ภาพที่ 6 แผนภูมิแสดงบทเรียนแบบแตกสาขาเพื่อซ่อมเสริม

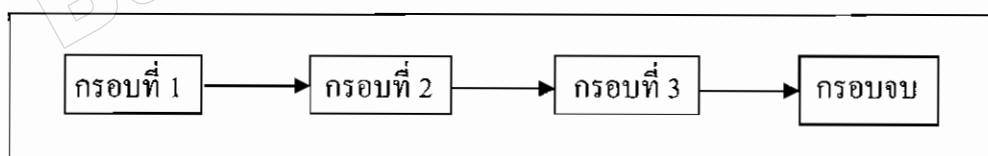


ภาพที่ 7 แผนภูมิแสดงบทเรียนแบบแตกสาขาชนิดเข้ากรอบได้

บุญเกื้อ (2543, หน้า 46-49) ได้แบ่งชนิดของบทเรียน โปรแกรมออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือเส้นตรง (Linear Programme) บทเรียน

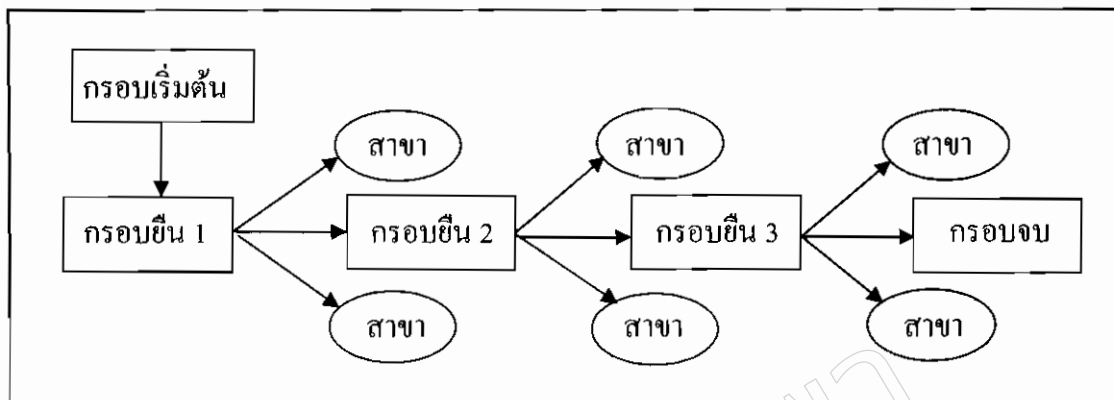
ชนิดนี้จะจัดลำดับเนื้อหาบรรจุลงในกรอบ ตามลำดับจาก กรอบที่ 1 กรอบที่ 2 กรอบที่ 3 ไปจนครบ ผู้เรียนจะต้องเรียนเรียงตามลำดับที่ละกรอบต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ แต่คนเก่งสามารถจะเรียนจบ ได้เร็วกว่าคนที่เรียนอ่อน บทเรียนแบบเชิงเส้นนี้ทำได้ง่าย แต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาหน่อย ๆ ต่อเนื่องกันไปตามลำดับ



ภาพที่ 8 บทเรียน โปรแกรมแบบเชิงเส้น

2. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Programme) เป็นบทเรียนที่มีการจัด

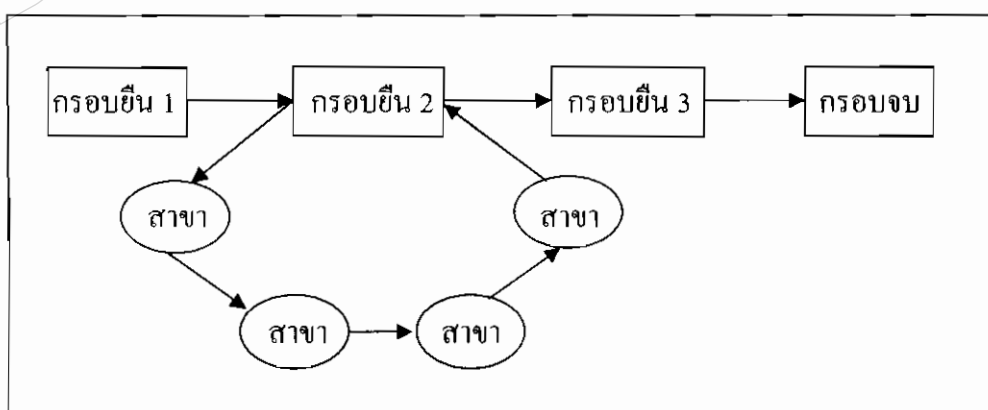
เนื้อหาเป็นกรอบ ๆ เช่นเดียวกับแบบเชิงเส้น แต่จะมีกรอบย่อย ๆ แยกออกมาจากกรอบหลักเป็น กรอบสาขา มีประโยชน์สำหรับให้ความรู้พื้นฐานเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนที่ยังมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอที่จะเรียนในกรอบต่อไป ผู้เรียนทุกคนไม่จำเป็นจะต้องเรียนทุกกรอบ คนเรียนเก่งจะเรียนจบเร็วกว่าคนเรียนอ่อน เพราะไม่ต้องเสียเวลาแวะเรียนตามกรอบสาขาย่อย ๆ



ภาพที่ 9 บทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา

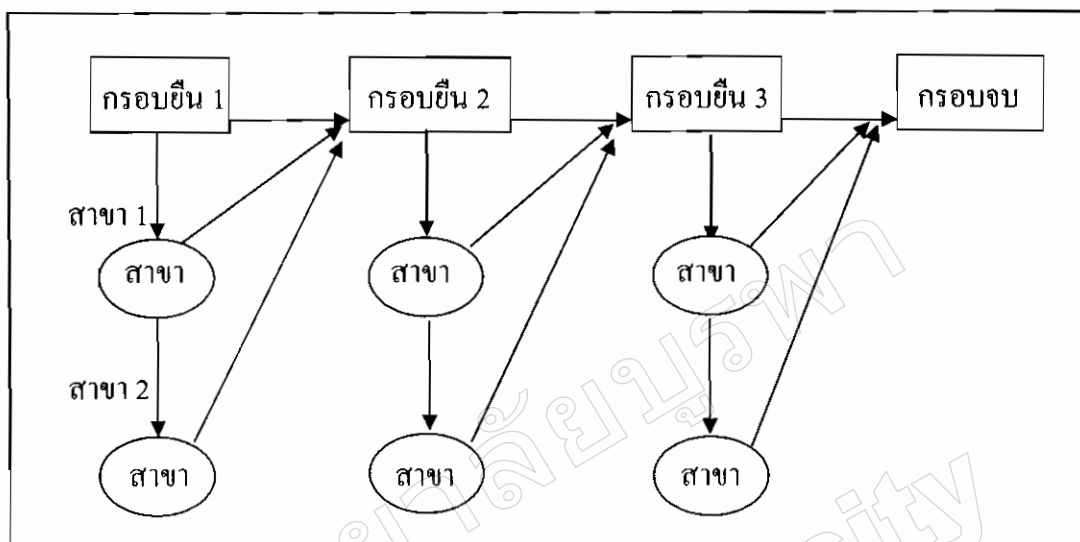
บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่เป็นแบบเรียน จะไม่มีการจัดหน้าเรียงตามเนื้อเรื่องแบบหนังสือหรือตำราทั่วไป ผู้เรียนต้องเปิดอ่านตามหน้าที่แบบเรียนกำหนดให้ ถ้าเป็นบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องสอน ผู้เรียนจะถูกสั่งให้กดปุ่มต่าง ๆ ที่มีหลายปุ่ม เพื่อเลือกคำตอบที่ถูก เครื่องสอนจะมีการบังคับด้วยกลไกอัตโนมัติให้เลื่อนไปที่ละกรอบ อาจจะเป็นกรอบหลักหรือกรอบสาขาตามแต่ที่บทเรียนได้กำหนดเอาไว้ ผู้เรียนจะเห็นกรอบต่าง ๆ ปรากฏบนจอที่อยู่กับเครื่องนั้นและเครื่องก็จะทำหน้าที่นับจำนวนข้อที่ผิดและถูกให้ผู้เรียนได้ทราบด้วย

บทเรียนแบบสาขานี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้รายละเอียดแต่ละขั้นตอนได้เป็นอย่างดี แต่การสร้างค่อนข้างจะยากกว่าแบบแรก บทเรียนแบบสาขาที่สร้างได้ดีจะสามารถช่วยผู้เรียนได้เป็นอย่างดี การสร้างบทเรียนแบบนี้มีวิธีการแตกสาขาได้หลายลักษณะด้วยกัน ได้แก่



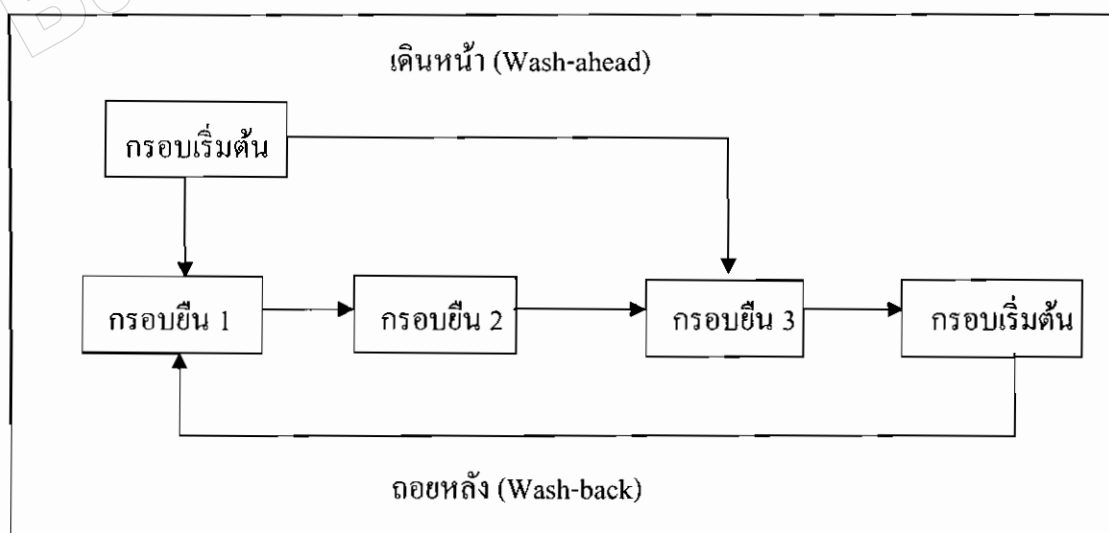
ภาพที่ 10 การแตกสาขาลักษณะ Remedial Loops

การแตกสาขาลักษณะ Remedial Loops นี้ มีลักษณะเป็นบ่วงแตกสาขาไปแล้วจะ
วกกลับมาสู่กรอบขึ้นเดิม แล้วจึงค่อยเรียนกรอบต่อไป จำนวนสาขาในบ่วงจะมีตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป



ภาพที่ 11 การแตกสาขาลักษณะ Secondary Tracks

บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่สร้างในลักษณะ Secondary Tracks นี้ ผู้เรียนจะเรียนใน
กรอบขึ้นที่ 1 แล้วตอบคำถาม ถ้าผ่านก็สามารถไปเรียน ในกรอบขึ้นที่ 2 ได้เลย แต่ถ้าตอบผิดจะต้อง
แวะไปเรียนในสาขาที่ 1 ก่อน ถ้าผ่านได้ก็ไปเรียนในกรอบขึ้นที่ 2 แต่ถ้ายังตอบผิดอีกก็ต้องแวะไป
เรียนกรอบสาขาที่ 2 ให้ผ่านก่อนเรียนลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ



ภาพที่ 12 การแตกสาขาลักษณะ Gate Frame

การแตกสาขาในลักษณะ Gate Frame เป็นการแตกสาขาข้ามกรอบขึ้นหลาย ๆ กรอบ เมื่อเข้าใจกรอบเริ่มต้นแล้ว และถ้าเกิดปัญหาไม่สามารถจะเรียนต่อไปได้ ก็จำเป็นต้องถอยหลังกลับมาเรียนในกรอบขึ้นที่ 1 อีกครั้ง เพื่อเสริมสร้างความรู้ที่เป็นพื้นฐาน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ

4. ทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม

กุศยา แสงเดช (2545, หน้า 5-6) ได้กล่าวว่า การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม มีทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานซึ่งควรคำนึงคือ

1. ทฤษฎีสัมพันธเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Edward L. Thorndike)

เอ็ดเวิร์ด ธอร์นไดค์ (Edward L. Thorndike) ได้ศึกษาเรื่องการเรียนรู้โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จนกำหนดเป็นทฤษฎีสัมพันธเชื่อมโยงที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง (Response) เรียกกันว่า ทฤษฎีเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง (S-R Bond Theory) ซึ่งกล่าวถึงกฎการเรียนรู้ที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1.1 กฎแห่งผล (Law of Effect) กฎนี้กล่าวว่า การให้รางวัล และความสมหวังจะ ช่วยส่งเสริมการแสดงพฤติกรรมให้เกิดขึ้นเช่นนั้นต่อไปอีก

1.2 กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ากฎแห่งการใช้ และการไม่ใช้ กฎนี้กล่าวว่าถ้าพฤติกรรมใด ๆ ได้กระทำซ้ำ ๆ ก็จะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองทวีมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามพฤติกรรมใด ๆ ที่ร่างกายไม่ค่อยมีโอกาสได้ทำ ก็จะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า และการตอบสนองลดลงและค่อย ๆ จางหายไปในที่สุด

1.3 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎนี้กล่าวว่า ถ้าหากร่างกายของมนุษย์และสัตว์ พร้อมที่จะทำอะไรแล้วได้ทำลงไป ย่อมจะก่อให้เกิดความพอใจตามมา ในทางตรงกันข้ามหากร่างกายพร้อมที่จะกระทำแล้วถูกชะงักไม่ให้กระทำจะทำให้เกิดความรำคาญใจ หรือไม่สบายใจ สำหรับการที่ร่างกายยังไม่พร้อมที่จะกระทำ แต่จะต้องทำอะไรลงไป ก็ย่อมจะเกิดความไม่สบายใจเช่นกัน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (B.F. Skinner)

สกินเนอร์ (B.F. Skinner) สนใจศึกษาเรื่องราวพฤติกรรมโดยอาศัยพื้นฐานทางธรรมชาติและลักษณะของมนุษย์ ซึ่งมีส่วนที่เป็นพื้นฐานในการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมเสริมต่อจากทฤษฎี S-R ของธอร์นไดค์ ดังนี้

2.1 เงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Conditioning) พฤติกรรมของมนุษย์ที่แสดงออกจะเกิดขึ้นบ่อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับการตอบสนองอัตราการแสดงออกทางพฤติกรรม

2.2 การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นสิ่งเร้าที่ทำให้อัตราการแสดงออกของพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ต้องการและตัดพฤติกรรมบางอย่างออกไปได้

2.3 ความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน มีโอกาสแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง จะช้าหรือเร็วตามความสามารถของแต่ละคน

จากทฤษฎีดังกล่าวได้นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนโปรแกรม โดยฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีความพร้อมที่จะทำแบบฝึกหัดตามความสามารถของตนเอง ตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง และมีการเสริมแรงด้วยคำชมเชยและให้กำลังใจ

5. กระบวนการสร้างบทเรียนโปรแกรม

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 77) ได้อธิบายหลักการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปไว้ว่า จะต้องยึดหลักที่สำคัญของการสอน ดังนี้

1. หลักการเรียนรู้เพิ่มทีละน้อย (Gradual Approximation) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้ามีการจัดแบ่งขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอน ให้เป็นขั้นตอนสั้นๆ พอสมควร เพื่อให้เป็นพื้นฐานเสริมหรือเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ขั้นต่อ ๆ ไป การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปจึงมีการแบ่งเนื้อหาการเรียนออกเป็นตอน ๆ เป็นกรอบ ผู้เรียนจะค่อย ๆ เรียนรู้สั่งสมขึ้นไปเรื่อย ๆ เมื่อเรียนรู้หลาย ๆ กรอบ จนจบบทเรียนก็จะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ครบตามต้องการ

2. หลักการมีส่วนร่วมอย่างจริงจัง (Active Participation) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนทำกิจกรรม เช่น คิดแก้ปัญหา ค้นหาความสัมพันธ์ ระลึกถึงความรู้เดิม ผู้เรียนจึงมีส่วนที่จะต้องตอบสนองออกมา โดยเติมข้อความลงในช่องว่างหรือเลือกคำตอบที่เหมาะสม โดยจะต้องตอบสนองอยู่บ่อย ๆ แทบทุกกรอบ บางกรอบอาจตอบมากกว่า 1 ครั้ง ลักษณะดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนติดตามบทเรียนตลอดเวลา

3. หลักของการรู้ผล (Feedback) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนได้รู้ผลของการกระทำของตน รู้ว่าสิ่งที่ทำไปนั้นถูกหรือผิด ถ้าผิดที่ถูกควรเป็นอย่างไร จากหลักการดังกล่าว ในการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปจึงมีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ให้ผู้เรียนได้ทราบว่าที่ใดตอบคำถามไปนั้นถูกต้องหรือไม่ โดยเทียบกับคำตอบที่เฉลยไว้ให้แล้ว

4. หลักของความสำเร็จ (Success Experience) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนรู้สึกว่าได้ประสบความสำเร็จ ทำได้ถูกต้อง จากหลักการดังกล่าวนี้ จึงมีการปูพื้นฐานเริ่มจากง่าย ๆ มีการเขียนข้อความรู้ และที่สำคัญคือในการตอบสนองบทเรียนจะพยายามให้ตอบโดยที่มั่นใจว่า ถ้าผู้เรียนติดตามอย่างตั้งใจก็จะสามารถตอบได้เอง

อำนาจ เดชชัยศรี (2544, หน้า 131-132) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบ และผลิตบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม สามารถดำเนินการได้ตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เพื่อต้องการทราบว่าต้องการสอนอะไร เนื้อหาควรมีขอบข่ายแค่ไหน ระดับใด ประเภทใด เวลาที่ใช้สอน คู่มือครู อาจจะมีการสัมภาษณ์จากผู้ซึ่งช่วยให้เกิดแนวคิดในการผลิตบทเรียนสำเร็จรูป

2. กำหนดเนื้อหาวิชา และระดับชั้น โดยพิจารณาว่าเนื้อหาที่จะนำมาผลิตเป็นบทเรียนสำเร็จรูปเป็นวิชาอะไร ใช้สอนระดับไหน มีสาระมากน้อยเพียงใด มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยหรือไม่ ถ้าล้ำสมัยเร็วเกินไปก็ไม่คุ้มกับการลงทุนผลิต บทเรียนสำเร็จรูปเนื้อหานั้นเคยมีผู้ผลิตมาแล้วหรือไม่ เพราะไม่ควรผลิตขึ้นมาซ้ำซ้อน เมื่อผลิตเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแล้วจะช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนและลดภาระการสอนของครูหรือไม่ ถ้าไม่ช่วยลดอะไรเลยก็น่าจะใช้เทคนิคการสอนโดยวิธีปกติดีกว่า

3. กำหนดจุดประสงค์ เป็นการกำหนดให้ทราบว่าเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนจะรู้อะไร มีความสามารถแค่ไหน

4. วางขอบเขตของงาน โดยวางเค้าโครงเรื่อง ลำดับเรื่องราวก่อน-หลัง และป้องกันการหลงลืมเรื่องราวบางตอน

5. วิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะเป็นการแตกเนื้อหาออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก โดยการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) เป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบหรือผลิตบทเรียนสำเร็จรูปทราบว่าเริ่มต้นจากที่ใด และจะไปทางใดจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

6. สร้างแบบทดสอบ เป็นการออกแบบเนื้อหาที่จะใช้ทดสอบผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียนในบทเรียนนั้น แบบทดสอบนี้จะเป็นเครื่องมือบอกให้เรารู้ว่า เนื้อหาตอนใดมีประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งแบบทดสอบนี้จะต้องวัดให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วางไว้ แบบทดสอบนี้จะต้องสร้างขึ้นตามหลักการสร้างแบบทดสอบ มีการหาความเชื่อมั่น

7. เขียนบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม ผู้ออกแบบจะต้องทราบขั้นตอนการเขียนเป็นอย่างดี ก่อนจะเขียนต้องทำความเข้าใจกับขั้นตอนการเขียนนั้น โดยยึด โครงสร้างและขอบเขตของงานเป็นพื้นฐาน

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 38-40) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างและการใช้บทเรียนโปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (สำหรับผู้สอน)

ผู้สอนศึกษาปัญหาความต้องการและความสนใจของผู้เรียน นำมาหาทางเลือกหรือสร้างบทเรียน โปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปเรื่องใดเรื่องหนึ่งขึ้นมาโดยควรได้รับการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญก่อนและต้องมีการทดลองตามหลักการวิจัย โดยการหาความเชื่อมั่นก่อนจึงจะให้

ผู้เรียนได้เรียนตามกิจกรรมในบทเรียนนั้น ๆ ส่วนขั้นตอนการออกแบบสามารถดำเนินการได้ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อพิจารณาขอบข่ายของเนื้อหา ระดับ ประเภท เวลาที่ใช้
คู่มือครู เพื่อให้เกิดแนวคิดในการผลิต

1.2 กำหนดเนื้อหา วิชาและระดับชั้น โดยพิจารณาเนื้อหาวิชาที่นำมาผลิตเป็นวิชา
อะไร ใช้สอนระดับใด มีสาระมากนักน้อยเพียงใด เปลี่ยนแปลงบ่อยหรือไม่

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดให้ทราบว่าเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนจะรู้
อะไรมีความสามารถแค่ไหน

1.4 วางขอบเขตของงาน โดยวางเค้าโครงเรื่องลำดับเรื่องราวก่อนหลัง

1.5 วิเคราะห์เนื้อหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะเป็นการนำเนื้อหามาแตกย่อยและ
เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก

1.6 สร้างแบบทดสอบและมีคำตอบเฉลยไว้ให้ โดยออกแบบเนื้อหาที่จะใช้
ทดสอบผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียนในบทเรียนนั้น แบบทดสอบต้องวัดให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรมที่วางไว้และต้องสร้างขึ้นตามหลักการสร้างแบบทดสอบนั้นคือมีการหาค่าความ
เชื่อมั่นและการทดลองใช้

1.7 เขียนบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม ผู้ออกแบบจะต้องยึด
โครงสร้างขั้นตอนการเขียนและขอบเขตของงาน

1.8 ทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข การทดลองแต่ละครั้งควรบันทึกผลการทดลอง
เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข เช่น อาจจะปรับปรุงเนื้อหา แก้ไขด้านภาษา เป็นต้น

2. ขั้นตอนการเรียนรู้

2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2.2 ผู้สอนแนะนำการใช้บทเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจทุกขั้นตอน

2.3 แจกบทเรียนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองตามกิจกรรมที่บทเรียนกำหนดไว้โดย
ผู้เรียนแต่ละคนใช้เวลาไม่น้อยแตกต่างกันไป

3. ขั้นสรุป

3.1 หลังจากที่ผู้เรียนศึกษาจนจบบทเรียนแล้ว ผู้สอนจึงให้ทำแบบทดสอบ
หลังเรียน

3.2 ผู้สอนสรุปสาระสำคัญเพิ่มเติมสำหรับผู้เรียนที่ต้องการทราบ

3.3 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันตรวจสอบและประเมินผลงาน

ดังนั้น เพื่อให้สะดวกในการนำไปใช้จึงสรุปขั้นตอนการสร้างและใช้บทเรียนโปรแกรม
ดังแผนภูมิดังนี้

ขั้นตอน	วิธีการ
1. ขั้นเตรียมการ	1. วิเคราะห์หลักสูตร 2. กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้นเรียน 3. กำหนดวัตถุประสงค์ 4. วางขอบเขตงาน 5. วิเคราะห์เนื้อหา 6. สร้างแบบทดสอบ 7. เขียนบทเรียน 8. นำออกทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข
2. ขั้นการเรียนรู้	1. ทดสอบก่อนเรียน 2. แนะนำการใช้บทเรียน 3. ทำกิจกรรมตามบทเรียน
3. ขั้นสรุป	1. ทดสอบหลังเรียน 2. สรุปสาระสำคัญ 3. ตรวจสอบและประเมินผลงาน

ภาพที่ 13 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการสร้างและใช้บทเรียนโปรแกรม

จากการศึกษาความหมาย ลักษณะของบทเรียน โปรแกรม ชนิดของบทเรียน โปรแกรม และกระบวนการสร้างบทเรียน โปรแกรม ผู้วิจัยจะสรุปได้ว่ามีขั้นตอนการสร้างบทเรียน โปรแกรม แบบเส้นตรง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรที่จะนำมาเขียนบทเรียน โปรแกรม โดยวิเคราะห์เนื้อหาที่เลือกให้ละเอียดและพิจารณาเนื้อหาควรมีขอบข่ายแค่ไหน ใช้เวลาเท่าใด

2. กำหนดจุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งเป็นตัวกำหนดแนวทางให้ทราบว่าเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนจะรู้อะไร มีความสามารถแค่ไหน พร้อมกำหนดแนวการสอนของครูไปพร้อมกัน

2.1 กำหนดจุดประสงค์ทั่วไป เป็นจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือต้องการให้เกิดพฤติกรรมใดบ้างในตัวผู้เรียน

2.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นจุดมุ่งหมายที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจหรือเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้โดยผู้เรียน

3. นำเนื้อหาที่จะเขียนเป็นบทเรียนโปรแกรมมาวิเคราะห์ โดยนำเนื้อหาแยกเป็น หน่วยย่อย ๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปหายากซึ่งแต่ละหน่วยจะเป็นพื้นฐานที่จะทำให้เกิดความ เข้าใจในหน่วยย่อยถัดไป

4. สร้างแบบทดสอบและมีคำตอบเฉลยไว้ให้ โดยออกแบบเนื้อหาที่จะใช้ทดสอบ ผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียนในบทเรียนนั้น แบบทดสอบต้องวัดให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมที่วางไว้และต้องสร้างขึ้นตามหลักการสร้างแบบทดสอบนั้นคือการหาค่าความเชื่อมั่น

5. เขียนคำชี้แจงวิธีการเรียนบทเรียน โปรแกรม โดยจะบอกว่ามีกี่หน้า กี่กรอบที่ต้อง เรียน และวิธีการเรียนทำอะไร ต้องทำกิจกรรมอะไรบ้างระหว่างเรียน

6. เขียนกรอบบทเรียนโปรแกรม โดยการหาคำอธิบายและรูปภาพประกอบหรือสิ่งที่ ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และต้องเป็นคำอธิบายหรือสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจ หมายความว่าได้ถูกต้อง แต่ละกรอบจะต้องเขียนด้วยถ้อยคำที่ชัดเจนถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ และการใช้ภาษา ใช้คำศัพท์ เฉพาะต้องเหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชา มีความต่อเนื่อง สัมพันธ์กันในแต่ละกรอบ ซึ่งชนิดของกรอบต่าง ๆ ที่แบ่งไว้ในบทเรียน โปรแกรม จำแนกออกได้ เป็น 4 ชนิด คือ (บุญเกื้อ ครอบหาวช, 2543, หน้า 43-44)

6.1 กรอบตั้งต้น (Set Frame) เป็นกรอบที่นำเสนอข้อมูลที่เป็นหลักการหรือ ทฤษฎีเพื่อปูพื้นฐานความรู้ให้แก่ผู้เรียนผู้เรียนมีโอกาสจะตอบสนองได้โดยการตอบคำถามที่ไม่ยาก ซึ่งอาจจะหาคำตอบได้จากในกรอบนั้นโดยตรงก็ได้

6.2 กรอบฝึกหัด (Practice Frame) ในกรอบชนิดนี้ จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ ฝึกหัดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมาจากกรอบตั้งต้น จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความยากง่ายของเนื้อหา และต้องการฝึกทักษะมากน้อยเท่าใดต่อข้อสำคัญก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนในกรอบฝึกหัดนี้จะต้องผ่าน กรอบตั้งต้นมาก่อน กรอบฝึกหัดกับกรอบตั้งต้น อาจจะไม่ต้องติดต่อกันทันที อาจจะมีกรอบ เพิ่มเติมมาอีกหลาย ๆ กรอบก็ได้ แต่ต้องมีกรอบฝึกหัดตามกรอบตั้งต้นเสมอ

6.3 กรอบรองกรอบส่งท้าย (Sub – Terminal Frame) เป็นกรอบที่จะนำไปสู่กรอบ ส่งท้ายจะให้ความรู้ที่จำเป็นแก่ผู้เรียนเพื่อให้การตอบสนองในกรอบส่งท้ายได้ถูกต้อง

6.4 กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบสุดท้ายของกรอบที่เรียงลำดับต่อ เนื่องมาจากง่ายไปหายาก ในกรอบนี้อาจจะชี้ช่องไว้บ้างหรือไม่ก็ได้ ผู้เรียนจะต้องเรียนผ่าน กรอบต้น ๆ มาก่อนการตอบสนองจากผู้เรียนมากกว่าสิ่งเร้าตรงกันข้ามกับกรอบต้น ๆ

7. แกไขบทเรียนโปรแกรม ตามลำดับดังนี้

7.1 แกไขความถูกต้องตามเนื้อหาวิชา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3-5 คน ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

7.2 แกไขบทเรียน เช่น เมื่อผู้ตรวจพิจารณาบทเรียนโปรแกรมมีความต่อเนื่องกันหรือไม่ ตัวอย่างที่ยกมานั้นเหมาะสมที่จะทำให้เกิดแนวความคิดที่ถูกต้องแก่ผู้เรียนหรือไม่ สิ่งที่ยังในตัวอย่างเป็นสิ่งที่ผู้เรียนรู้จักหรือไม่ ขณะผู้เรียนติดตามเนื้อเรื่องในบทเรียน เขาสามารถติดตามแนวคิดเหตุผลไปได้เรื่อย ๆ หรือไม่ การเรียงเนื้อหาเป็นไปตามลำดับก่อนหลังหรือไม่ เนื้อหาภายในกรอบกับความคิดรวบยอดสัมพันธ์กันหรือไม่ ภาษา การสะกด การรันต์ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์หรือไม่ ตลอดจนประสิทธิภาพในการสื่อสารความหมาย และเครื่องหมายวรรคตอนเหมาะสมหรือไม่

8. ทดสอบและประเมินผล ต้องทำการทดสอบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ และประเมินค่าบทเรียนที่สร้างขึ้นว่าจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้มากน้อยเพียงใด การทดสอบจะต้องกระทำ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing)

ขั้นที่ 2 การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing)

ขั้นที่ 3 การทดสอบภาคสนาม (Field Testing)

6. ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

มีผู้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรมหลายท่านด้วยกัน ซึ่งได้แก่ กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 126), บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 56-57), สาโรช โสภีรักษ์ (2546, หน้า 129) และชวลิต ชูกำแพง (2551, หน้า 110) พอจะสรุปได้ดังนี้

ข้อดีของบทเรียนโปรแกรม

1. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเองและดำเนินไปตามความสามารถของตนเองคล้ายกับ ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนกับครูแบบตัวต่อตัว
2. ช่วยให้ครูทำงานน้อยลง โดยเฉพาะเกี่ยวกับการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ครูจะได้มีเวลา ในการเตรียมบทเรียนอื่นที่ยุ่งยากซึ่งก้าวหน้าไปอีก
3. ผู้เรียนตอบผิดก็ไม่มีผู้เยาะเย้ย เพราะไม่มีใครเห็น เมื่อผิดก็สามารถแก้ความเข้าใจผิด ของตนได้ทันที
4. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนจะเรียนตามความสามารถของแต่ละคนอาจช้าหรือเร็วไม่เท่ากัน

5. เป็นการแก้วิธีการศึกษาในปัจจุบันที่นิยมทำงานเป็นกลุ่มและสนใจเนื้อหาวิชาน้อยไป
 6. แก้ปัญหาการขาดแคลนครู เพราะครูคนเดียวสามารถคุมนักเรียนให้เรียนจากบทเรียน
 โปรแกรมได้คราวละหลายสิบคน

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือทบทวนได้ด้วยตนเอง
 8. ผู้เรียนที่ขาดเรียนก็มีโอกาสช่วยตนเองให้ตามผู้อื่นทันได้
 9. ครูมีโอกาสให้ความสนใจดูแลผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้มากขึ้น
 10. การเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียน โปรแกรมจะไม่มีอุปสรรคด้านเวลาและ
 สถานที่

11. ทำให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบและทำงานเป็นขั้นตอน
 12. ผลการวิจัยจำนวนมากที่เปรียบเทียบการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบ
 ธรรมดาซึ่งเดิมได้ชี้ให้เห็นว่า การสอนแบบโปรแกรมจะให้ประสิทธิผลสูงกว่าการสอนธรรมดาอยู่
 เล็กน้อย โดยที่ผู้เรียนแบบธรรมดาได้คะแนน 50% ของการเรียน แต่ผู้เรียนโดยบทเรียนแบบ
 โปรแกรมจะได้คะแนนระหว่าง 54-60%

ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

1. บทเรียนโปรแกรมเหมาะสำหรับเนื้อหาที่เป็นความจริงหรือความรู้พื้นฐานมากกว่า
 เนื้อหาที่ต้องการความคิดเห็นและความคิดริเริ่มหรือมีความลึกซึ้งมาก ๆ
 2. มีส่วนทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะผู้เรียนจะเขียนเฉพาะคำตอบ
 เป็นบางคำเท่านั้น
 3. ผู้เรียนขาดการติดต่อทางสังคมซึ่งกันและกัน การเรียนในลักษณะนี้จึงไม่เหมาะ
 สำหรับเด็กเท่าใดนักเพราะจะทำให้ขาดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมกับผู้อื่น
 4. ภาษาที่ใช้อาจเป็นปัญหา สำหรับในบางท้องถิ่น
 5. มีส่วนทำให้เด็กที่เรียนเก่งเบื่อหน่าย โดยเฉพาะบทเรียน โปรแกรมแบบเชิงเส้น
 6. บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาเขียนให้ยากก่อนข้างยาก
 7. การสร้างบทเรียน โปรแกรมจำเป็นต้องใช้เวลาในการจัดทำมากพอสมควร และต้อง
 อาศัยความรู้ความสามารถของผู้เชี่ยวชาญจึงจะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพสูงสุดได้
 8. กรณีที่บทเรียน โปรแกรมมีคุณภาพไม่ดีพอ เช่น กิจกรรมไม่น่าสนใจ ข้อมูลหรือ
 เนื้อหาสาระผิดจากข้อเท็จจริง สื่อไม่ทันสมัย ไม่ดึงดูดใจผู้เรียน การวัดประเมินผลไม่ครอบคลุม
 หรือใช้วิธีการไม่ถูกต้อง อาจทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้

7. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม

การนำบทเรียน โปรแกรมไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น สามารถนำเทคนิคต่าง ๆ มาใช้กับบทเรียน โปรแกรมได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้สอน ซึ่งสามารถลำดับขั้นตอนการสอนได้ ดังนี้ (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2545, หน้า 91-93)

1. ขั้นเตรียมการ มีการทดสอบก่อนเรียนแจ้งจุดประสงค์ของการเรียน และแจกบทเรียน
2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนสามารถใช้วิธีการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ตั้งคำถามหรือสนทนาเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน เพื่อเป็นการเร้าความสนใจหรือเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียนที่สนใจลงศึกษาบทเรียน โปรแกรมด้วยตนเอง
3. ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนตามขั้นตอนที่กำหนดในบทเรียนตามคำสั่งหรือคำชี้แจงที่กำหนดไว้หน้าแรกของบทเรียน โปรแกรม ถ้าผู้เรียนมีข้อสงสัยให้ซักถามครูผู้สอนแต่ถ้าเป็นการศึกษาในระบบกลุ่มก็ซักถามระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้
4. ขั้นสรุป เมื่อทุกคนศึกษาบทเรียน โปรแกรมจบแล้วผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียน โปรแกรมด้วยการอภิปรายผลของการตอบคำถามในแต่ละกรอบ
5. ขั้นประเมินผล ทดสอบหลังเรียนโดยให้ผู้เรียนประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง ผู้สอนประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสำคัญในกระบวนการเรียนการสอน เพราะเป็นตัวบ่งชี้ให้ทราบว่า การเรียนการสอนที่ผ่านมาประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด ทั้งนักเรียนและครูต้องปรับปรุงพัฒนาในส่วนใดบ้าง โดยมีจุดมุ่งหมายในการเรียนคือ ช่วยพัฒนาให้นักเรียนสามารถบรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษากล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ต่าง ๆ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2540, หน้า 68) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งความรู้สึกลำบาก จริยธรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกสอน

อารีย์ วชิรวรการ (2542, หน้า 143) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ แต่คนส่วนมากเข้าใจว่าผลสัมฤทธิ์เกิดขึ้นจากการสอนภายในโรงเรียน

และมองในแง่ความรู้ความสามารถทางสมองเท่านั้น ในทางที่เป็นจริงแล้ว ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมก็เป็นผลมาจากการฝึก และอบรม ซึ่งก็นับว่าเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน หรือ การได้รับการฝึกอบรม และมีการวัดและประเมินตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อาจวัดได้จากการ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะต้องวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าเป็นไปตาม วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ และการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ไว้ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 96) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจาก ประสบการณ์ทั้งปวง

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545, หน้า 96) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมบูรณ์ ดันยะ (2545, หน้า 143) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถในการเรื่องที่เรียนรู้มาแล้ว หรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 193) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมกรเรียนของนักเรียนว่านักเรียนมีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมนึก ภักทิษณี (2546, หน้า 63) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพด้านสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ ผ่านแล้วว่ามืออยู่เท่าใด

ธงชัย ช่อพฤษยา (2548, หน้า 300) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการซึ่งเป็นพฤติกรรมหรือผลการ เรียนรู้ที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคาดหวังจะเกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนการ สอนว่าบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้เพียงใด

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง

3. ประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้แบ่งรูปแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายรูปแบบ หลากแนวคิด และมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็น แบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสวงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบทดสอบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกตอบแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาส แสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ออกเป็น 4 แบบ คือ แบบถูก-ผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์ และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และแปลความหมายของคะแนน สมบูรณ์ ดันยะ (2550, หน้า 1488-149) ได้แบ่งชนิดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) ตามหน้าที่หรือการนำไปใช้วัดเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือโดยครูผู้สอนวิชานั้น ๆ และผ่านการทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุงแก้ไขหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Normal) เพื่อใช้เป็นหลักในการเปรียบเทียบ การที่จะเรียกว่าเป็นแบบทดสอบมาตรฐานได้นั้น ต้องมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ มีมาตรฐานในด้านการสร้างแบบทดสอบ มีมาตรฐานในวิธีดำเนินการสอบ และมีมาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนน

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-made test) เป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนของครู ซึ่งอาจจะเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลย่อยหรือประเมินผลรวมก็ได้

แบบทดสอบเหล่านี้ครูผู้ออกข้อสอบอาจมีการนำไปทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ก็ได้แล้วแต่ครูแต่ละคน

ดังนั้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งได้ 2 ชนิด คือ แบบทดสอบมาตรฐานซึ่งมุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครูผู้สอนซึ่งผ่านการวิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุงแล้ว และแบบทดสอบที่ครูสร้างเองซึ่งมุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งสร้างขึ้นโดยครูผู้สอนเอง

4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 8 ขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. กำหนดชนิดข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง
4. เขียนข้อสอบ
5. ตรวจทานข้อสอบ
6. การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
7. การทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ
8. การจัดแบบทดสอบฉบับจริง

การหาดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) หมายถึง ค่าที่แสดงการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากผู้เรียนได้เรียนจากสื่อ นวัตกรรมหรือแผนการเรียนรู้นั้น ๆ (ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา, 2549, หน้า 102)

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) มีสูตรดังนี้ (เผชญิ กิจระการ, 2545, หน้า 30-36)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{คะแนนเต็ม} \times \text{จำนวนนักเรียน}) - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไร ไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ มีข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

ค่าดัชนีประสิทธิผล เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าค่าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่าระบบการเรียนการสอนหรือสื่อที่ใช้ไม่มีคุณภาพ

1. ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) และถ้าผลสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำถูกหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่าของ E.I. จะเป็น 1.00
2. ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียนค่า E.I. จะเป็นลบซึ่งต่ำกว่า -1.00 ก็ได้
3. การแปลความหมายของค่า E.I. ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไร หรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหาย

สรุปได้ว่าค่า E.I. ที่เกิดขึ้นแต่ละกลุ่มไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เพราะไม่ได้เริ่มจากฐานของความรู้ที่เท่ากัน ค่า E.I. ของแต่ละกลุ่มก็อธิบายพัฒนาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

เจตคติ

1. ความหมายของเจตคติ

เจตคติมาจากคำว่า attitude ในภาษาอังกฤษ เป็นคำที่มีความหมายกว้าง และได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเจตคติไว้ ซึ่งได้รวบรวมไว้ดังนี้

ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 54) ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึงความรู้สึกเชื่อศรัทธาต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความรู้สึกที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะเป็นไปในทางดีหรือไม่ดีก็ได้

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2544, หน้า 84) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เจตคติ หมายถึงความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งภายหลังจากมีประสบการณ์ในสิ่งนั้น และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่จะสนองต่อสิ่งเร้านั้นไปทางใดทางหนึ่งหรือในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

ศักดิ์ บุญโต, ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา และกนกวลี อุษณกรกุล (2548, หน้า 60) ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ของบุคคลเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นไปในทางสนับสนุน คัดค้าน หรือเป็นกลางก็ได้

จุฑารัตน์ เอื้ออำนวย (2549, หน้า 169) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยการตอบสนองและแสดงออกในลักษณะชอบหรือไม่ชอบ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น หรือความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากบุคคลนั้นได้รับประสบการณ์ในสิ่งนั้น ซึ่งแสดงออกได้ทั้งทางบวกและทางลบ เจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้

2. การวัดเจตคติ

ภัทรพร เกษสังข์ (2551) กล่าวว่า การวัดเจตคติอาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การออกแบบสัมภาษณ์ (Survey interview) โดยอาจจะเป็นคำถามประเภทให้เลือกตอบ โดยกำหนดคำตอบไว้แล้ว เช่น ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ หรืออาจใช้คำถามประเภทเปิด เปิดโอกาสให้ผู้ตอบ ตอบได้อย่างอิสระ (Open-ended questionz)
2. การแบ่งช่วงสเกล (Scaling technique) หรือการใช้ช่วงการแบ่งการวัดออกตามความคิดเห็นเป็น 5 ช่วง ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3. วิธีพิเศษ (Special technique) ในการวัดเจตคติผู้ตอบอาจตอบไม่ตรงกับความจริง ทั้งนี้เพราะคำนิยม ประเพณี และวัฒนธรรมท้องถิ่น ดังนั้น เราควรใช้วิธีทางอ้อม เพื่อใช้วัดโดยไม่ให้ผู้ตอบทราบว่ากำลังทดสอบอะไรอยู่โดยอาจใช้วิธีการให้บรรยายความรู้และประสบการณ์จากรูปที่นำมาให้ดู

3. เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ

เนื่องจากเจตคติเป็นนามธรรม เป็นความรู้สึกนึกคิดที่แฝงเร้นอยู่ในภายใน และสัมพันธ์กับพฤติกรรมภายนอกของบุคคล การวัดเจตคติจึงต้องใช้วิธีการต่าง ๆ หลายวิธีที่สอดคล้องเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ วิธีที่ใช้ทั่วไปมี 5 วิธี ดังนี้ (ภัทรพร เกษสังข์, 2551)

1. การสัมภาษณ์ ซึ่งหมายถึงการพูดคุยอย่างมีจุดหมาย โดยเตรียมข้อรายการที่จะถามให้พร้อมและเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติให้ตรงเป้าหมาย
2. การสังเกต คือ การเฝ้ามองดูสิ่งที่จะวัดเจตคติอย่างมีจุดมุ่งหมาย ต้องใช้ความอดทนในการสังเกต และใช้ระยะเวลาพอสมควร ผู้สังเกตต้องได้รับการฝึกฝนและควรเป็นคนที่มี การรับรู้ไว ประสาท ตา หู ดี

3. การรายงานตนเอง (Self-report) วิธีนี้ให้ผู้ถูกวัดเจตคติแสดงความรู้สึกออกมาโดยใช้ข้อความเป็นสิ่งเร้า ซึ่งได้แก่ แบบทดสอบหรือแบบสอบถาม ของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเกิต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood)

4. เทคนิคจินตนาการ (Projective Technique) วิธีนี้ใช้สถานการณ์ไปเร้าผู้สอบ เช่น ใช้ภาพ เรื่องราว ประโยคที่ไม่สมบูรณ์ ให้ผู้สอบจินตนาการ แล้วผู้วัดนำมาตีความหมายเป็นเจตคติต่อสิ่งเร้านั้น

5. การวัดทางสรีระ วิธีนี้อาศัยเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วย เพื่อบอกความรู้สึก เช่น เครื่องจับเท็จ เครื่องนับจำนวน

4. ประเภทของแบบวัดเจตคติ

การวัดเจตคติเป็นการวัดความรู้สึก ความคิดเห็น หรือความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากบุคคลนั้นได้รับประสบการณ์ในสิ่งนั้น ซึ่งอาจแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่งเป็นพฤติกรรมภายในที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งตนเองเท่านั้นที่ทราบ พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2547, หน้า 224-225) ได้กล่าวถึงแบบวัดเจตคติที่นิยมใช้ในการวิจัย มีอยู่ 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท ผู้สร้างคือ ลิเคอร์ท แบบวัดเจตคติชนิดนี้จะมีลักษณะที่สำคัญ คือ กำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แบบวัดจะประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นในทางบวก และทางลบ และมีจำนวนเท่า ๆ กัน มีการประเมินน้ำหนักความรู้สึกของข้อความ หรือกำหนดน้ำหนัก และการตอบแต่ละตัวเลือกภายหลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลมาแล้ว

2. แบบวัดเจตคติตามวิธีของออสกู๊ด ผู้สร้างคือ ออสกู๊ด และให้ชื่อแบบวัดแบบนี้ว่า วิธีการแห่งความแตกต่างของความหมาย หรือเทคนิคจำแนกความแตกต่างทางภาษา ซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

2.1 แบบวัดนี้ใช้คุณศัพท์อธิบายความหมายของสิ่งเร้าที่ต้องการจะวัดซึ่งออสกู๊ดเรียกว่า มโนทัศน์

2.2 คำคุณศัพท์ที่ใช้อธิบายมโนทัศน์ หรือคุณลักษณะของสิ่งเร้าจะเป็นคู่ที่มีความหมายตรงกันข้ามซึ่งมี 3 รูปแบบ หรือ 3 องค์ประกอบ คือ

2.2.1 องค์ประกอบด้านการประเมิน เป็นองค์ประกอบ หรือคำคุณศัพท์ที่แสดงออกในเชิงคุณภาพ เช่น ดี-เลว สวย-น่าเกลียด ฉลาด-โง่ ใจดี-ใจร้าย เป็นต้น

2.2.2 องค์ประกอบด้านศักยภาพ เป็นองค์ประกอบหรือคำคุณศัพท์ที่แสดงถึงพลังอำนาจ เช่น แข็งแรง-อ่อนแอ หนัก-เบา หยาบ-ละเอียด กล้า-กลัว เป็นต้น

2.2.3 องค์ประกอบด้านกิจกรรม หรือกิริยาอาการต่าง ๆ เช่น เร็ว-ช้า ร้อน-เย็น ขยัน-ขี้เกียจ ร่าเริง-ซึมเศร้า เป็นต้น

3. แบบวัดเจตคติตามวิธีของเทอร์สโตน วิธีนี้ เทอร์สโตน เป็นผู้สร้างโดยเน้น คุณสมบัติของการวัดในด้านความเท่ากัน หรือดูเหมือนว่าจะเท่ากันของแต่ละช่วงคะแนนความคิดเห็น คะแนนของความคิดเห็นที่แตกต่างกันมีช่วงห่างเท่า ๆ กัน ซึ่งจะมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

- 3.1 กำหนดช่วงความรู้สึกเป็น 11 ช่วงเท่า ๆ กัน จากน้อยที่สุดไปหามากที่สุด
- 3.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสิน พิจารณาข้อความก่อน
- 3.3 แต่ละข้อความมี ค่าประจำข้อความ และค่าการกระจาย
- 3.4 แบบวัดเจตคติทั้งฉบับมีประมาณ 20-25 ข้อความ

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท เนื่องจากเป็นแบบวัดเจตคติที่ประกอบด้วยข้อคำถามที่แสดงเจตคติหรือความรู้สึกที่มีต่อการเรียน โดยจัดเรียงลำดับข้อคำถามทางบวกและทางลบในมาตราวัดเจตคติแบบลิเคอร์ท เพื่อให้ผู้ตอบคำถาม จำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ

5. การสร้างมาตราวัดเจตคติแบบลิเคอร์ท

การสร้างมาตราวัดเจตคติแบบลิเคอร์ท มีวิธีการสร้าง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2547, หน้า 224-226)

1. กำหนดเป้าเจตคติที่ต้องการจะศึกษา หรือต้องการจะวัด ซึ่งอาจจะเป็นคน วัดดูขององค์กร สถาบัน อาชีพ วิชา นโยบาย ฯลฯ เช่น เจตคติต่ออาชีพนักการเมือง เจตคติต่อรายวิชาภาษาไทย เจตคติต่อโรงเรียน เจตคติต่อนโยบายการจัดระเบียบสังคม เป็นต้น
2. ให้ความหมายหรือระบุขอบข่ายเป้าเจตคติ ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจนว่าประกอบด้วยคุณลักษณะใดบ้าง เพื่อให้สามารถเขียนข้อความแสดงความรู้สึกต่อเป้าเจตคตินั้นได้อย่างครอบคลุมชัดเจน
3. เขียนข้อความแสดงความรู้สึก ต่อเป้าเจตคติที่ต้องการจะวัดให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญ ๆ ตามกำหนดไว้ในข้อ 2 ให้มีข้อความทั้งทางบวก และทางลบมากพอเมื่อวิเคราะห์แล้วเหลือจำนวนข้อความที่ต้องการนำไปใช้วัดเจตคติได้ ข้อความควรมีลักษณะดังนี้
 - 3.1 เป็นข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งที่ต้องการวัด สามารถโต้แย้งได้ ไม่ใช่ข้อเท็จจริง
 - 3.2 เป็นข้อความที่มีความสมบูรณ์ชี้ชัดประเด็นเดียว
 - 3.3 เป็นข้อความที่มีความเข้มชัด สั้น กระชับ
 - 3.4 เป็นข้อความที่ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ใช้ศัพท์เทคนิค
 - 3.5 เป็นข้อความง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

3.6 หลีกเลี่ยงการใช้คำคุณศัพท์ หรือคำกริยาวิเศษณ์ เช่น เสมอ ๆ บ่อย ๆ ไม่เคย ไม่มีเลย ทั้งหมด เป็นต้น

3.7 ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธ หรือปฏิเสธซ้อน เพราะอาจทำให้ผู้ตอบเข้าใจได้ยาก หรือสับสน

4. ตรวจสอบข้อความที่เขียนไว้ โดยตรวจสอบด้วยตนเอง หรือให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นตรวจสอบ โดยพิจารณาในเรื่องของความครบถ้วนของคุณลักษณะของสิ่งที่ศึกษา ความถูกต้องเหมาะสมการใช้ภาษา ความสอดคล้องกันกับรูปแบบการตอบที่กำหนดไว้ว่าควรใช้รูปแบบของการตอบแบบใด เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยการทดสอบใช้แบบวัดเจตคติกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความ และภาษาที่ใช้ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทั้งฉบับด้วย

6. กำหนดการให้คะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก โดยทั่วไปนิยมกำหนดคะแนนเป็น 5 4 3 2 1 (หรือ 4 3 2 1 0) สำหรับข้อความทางบวก และ 1 2 3 4 5 (หรือ 0 1 2 3 4) สำหรับข้อความทางลบ

7. จัดชุดแบบวัดเจตคติ เมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเจตคติแล้วจัดชุดแบบวัดเจตคติ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีจำนวนข้อความตั้งแต่ 20 ข้อขึ้นไป เพราะถ้ามีจำนวนข้อน้อย ความเชื่อมั่นมักจะมีค่าน้อย ความเที่ยงตรงก็ไม่ดี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุษณีย์ เลื่อนลอย (2543, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85/82.50 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

วันชัย รัตนแสง (2545, บทคัดย่อ) ได้ผลิตบทเรียนโปรแกรม เรื่องการบวก ลบ คูณ ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลปรากฏว่าบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบและคูณทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 96.60/85.22 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เอื้องฟ้า ช่างยืน (2545, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นได้เกณฑ์เท่ากับ 85.83/86.80 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ และมีค่าดัชนีประสิทธิผล E.I. เท่ากับ 0.65

เด่นศักดิ์ ตุดินนันท (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุภชัย ศรีมันตะ (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัย เรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็น และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรม ผลการวิจัยพบว่า

1. คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับเลขคณิต โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมหลังเรียน กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. คะแนนเฉลี่ยของความคงทนในการเรียนรู้กับคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน มีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับเลขคณิต โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรม

จารุณี อนันตริยกุล (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนโปรแกรม เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชโบริกานุเคราะห์ จังหวัดราชบุรี ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมเรื่อง เศษส่วน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 75/75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมเรื่อง เศษส่วน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับดี

วิไลวรรณ ลัมจิตรกร (2548, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนสำเร็จรูป เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร รายวิชา ค 012 คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 90.56/86.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร รายวิชา ค 012 คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00

รุ่งคิด พรหมรักษ์ (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องผลการใช้บทเรียนโปรแกรมวิชา คอมพิวเตอร์ เรื่องข้อมูลและสารสนเทศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านห้วยมะลิฝน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต3 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน

โปรแกรมที่สร้างขึ้นในทุกชุดโปรแกรมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนด้วยบทเรียน

อรรวรรณ ไตรชาติ (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนสำเร็จรูปคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 81.00/83.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปสูงกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจและเห็นด้วยอยู่ในระดับมากต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

ณัฐริมา กองม่วง (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมและเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมกันสอนโดยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม เรื่องทศนิยมและเศษส่วน 77.91/79.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมมีความแตกต่างกับการสอนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมสูงกว่าการสอนโดยวิธีปกติ
3. ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองตอบบทเรียน โปรแกรม เรื่องทศนิยมและเศษส่วน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ทัศนาศ จรจวบโชค (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมระหว่างบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มมีค่าเท่ากับ 82.07/80.78 และประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีค่าเท่ากับ 82.87/81.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2. นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.63$) และมีความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.64$)

พิไลลักษณ์ หงส์มาลา (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏดังนี้

1. บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 77.05/77.94 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.5454

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม อยู่ในระดับมาก

สุภาพักตร์ สังข์เงิน (2553, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่องวันสำคัญทางพระพุทธศาสนา กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่องวันสำคัญทางพระพุทธศาสนา กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.75/81.55

2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่องวันสำคัญทางพระพุทธศาสนา กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.642 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน ร้อยละ 64.82

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนสำเร็จรูป เรื่องวันสำคัญทางพระพุทธศาสนา โดยรวมอยู่ในระดับมาก

สุพัตรา อุดรนคร (2553, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการเรียนรู้

แบบร่วมมือเทคนิค TAI ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI มีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.74/87.22
2. ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI มีค่าเท่ากับ 0.7386
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TAI มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า
4. นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณและการหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TAI มีคะแนนเฉลี่ยหลังทดลอง และคะแนนเฉลี่ยหลังทดลองผ่านไป 14 วัน ไม่แตกต่างกัน แสดงว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนได้ทั้งหมด