

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องโดยแยกตามหัวข้อดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
 - 1.2 สาระการเรียนรู้
 - 1.3 มาตรฐานการเรียนรู้
2. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
 - 2.1 ลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 2.2 จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์
3. บทเรียนโปรแกรม
 - 3.1 ประวัติและการพัฒนาของบทเรียน โปรแกรม
 - 3.2 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม
 - 3.3 จิตวิทยาพื้นฐาน
 - 3.4 ลักษณะสำคัญของบทเรียนโปรแกรม
 - 3.5 ส่วนประกอบของบทเรียนโปรแกรม
 - 3.6 หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรม
 - 3.7 ประเภทของบทเรียนโปรแกรม
 - 3.8 ชนิดของกรอบในบทเรียนโปรแกรม
 - 3.9 วิธีการสร้างบทเรียนโปรแกรม
 - 3.10 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม
 - 3.11 ประโยชน์และข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 57) ได้กล่าวว่าความสำคัญของสาระคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์ยังช่วยเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้มีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกายและจิตใจ สติปัญญา อารมณ์และสังคม สามารถคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

หลักสูตรสาระคณิตศาสตร์ได้กำหนดให้ผู้เรียนมีคุณภาพและมีความสามารถเมื่อจบช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3) ด้านการมีความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทักษะการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวน รวมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และสามารถสร้างโจทย์ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตรและความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้ถูกต้องและเหมาะสม นำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปแก้ปัญหาได้ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐานของ รูปเรขาคณิตสามมิติได้ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบและอธิบายความสัมพันธ์ได้ รวมทั้ง มีความสามารถรวบรวมข้อมูลและอภิปรายประเด็นต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลในการสื่อสารและสื่อความหมาย ตลอดจนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีความสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้

จึงกล่าวได้ว่า สาระคณิตศาสตร์มุ่งเน้นความสามารถด้านการมีความคิดรวบยอดและจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับ สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวน สามารถสร้างโจทย์ได้ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตรและความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้ถูกต้องและเหมาะสม นำความรู้เกี่ยวกับ

การวัดไปแก้ปัญหา มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐานของรูปเรขาคณิตมิติต่าง ๆ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมได้ รวมทั้งมีความสามารถรวบรวมข้อมูลได้

คุณภาพผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้เรียนควรมีความสามารถดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสน และศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เวลา และเงิน สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้ง จุด ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรง และมุม
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้
5. รวบรวมข้อมูล และจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้
6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้ ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พืชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษา
อาจจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการ
มากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์อื่น ๆ เพิ่มเติมก็ได้

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและ
การใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน
และความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวน
ไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเน
ขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติ
และสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับ
ปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พืชคณิต

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

จากสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กล่าวมาแล้วกรมวิชาการและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นไว้เป็นแนวทาง เพื่อให้โรงเรียนนำไปจัดทำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้รายปี คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ของแต่ละระดับชั้น โดยเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษา(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 64-91)

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2539, หน้า 2-3) ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง คณิตศาสตร์มิใช่มีความหมายเพียงแต่ตัวเลขและสัญลักษณ์เท่านั้น คณิตศาสตร์มีความหมายกว้างมาก ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดขึ้นเป็นจริงหรือไม่ ด้วยวิธีคิดเราก็สามารถนำคณิตศาสตร์นำไปแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ คณิตศาสตร์ช่วยให้คนเป็นผู้ที่ที่เหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ ตลอดจนพยายามคิด

สิ่งที่แปลกใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ
คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากมนุษย์จะต้องตอบคำถามประเภทนี้ เช่น
คนในครอบครัวมีเท่าไร มีสัตว์เลี้ยงกี่ตัว จึงเกิดจำนวนนับ เกิดวิชาคณิตศาสตร์ จะเห็นว่า
คณิตศาสตร์นั้นตอบคำถามของมนุษย์ แต่เมื่อมนุษย์คิดกว้างขวางขึ้นคณิตศาสตร์ก็ขยายตัว
ออกไป ตามความต้องการของมนุษย์ จึงเกิดคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ อีกมากมาย

2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดของมนุษย์ มนุษย์สร้างสัญลักษณ์
แทนความคิดนั้นๆ และสร้างกฎในการนำสัญลักษณ์มาใช้เพื่อสื่อความหมาย ให้เข้าใจตรงกัน
ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีภาษาเฉพาะของตัวเอง เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่
รัดกุมและสื่อความหมายได้ถูกต้อง เป็นภาษาที่มีตัวอักษร ตัวเลขและสัญลักษณ์แทนความคิด
เป็นภาษาสากล ที่ทุกชาติทุกภาษาเรียนคณิตศาสตร์จะเข้าใจตรงกัน เช่น $X + 5 = 28$ ทุกคน
ที่เข้าใจคณิตศาสตร์จะอ่านประโยคสัญลักษณ์นี้ได้และเข้าใจความหมายตรงกัน

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีรูปแบบ (Pattern) เราจะเห็นว่าการคิดทางคณิตศาสตร์นั้น
จะต้องมีแบบแผน มีรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นคิดเรื่องใดก็ตามทุกขั้นตอนจะตอบได้และจำแนกออกมา
ให้เห็นจริง

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีเหตุผล คณิตศาสตร์จะเริ่มต้นด้วยเรื่องง่าย ๆ
ก่อน เช่น เริ่มต้นด้วยนิยาม ได้แก่ จุด เส้นตรง ระนาบเส้นง่าย ๆ นี่จะเป็นพื้นฐานนำไปสู่
เรื่องอื่น ๆ ต่อไป เช่น บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท การพิสูจน์

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งเช่นเดียวกับศิลปะอื่นๆ ความงามของคณิตศาสตร์
ก็คือความมีระเบียบและความกลมกลืน นักคณิตศาสตร์ได้พยายามแสดงความคิดใหม่ ๆ
ทางคณิตศาสตร์ออกมาสรุปลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์ได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชา
ที่เกี่ยวกับ กฎ สัญลักษณ์ มีรูปแบบ โครงสร้าง มีเหตุผล และเป็นศิลปะความงาม
ของคณิตศาสตร์ก็คือความมีระเบียบและความกลมกลืน

จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2545, หน้า 2-9) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จะให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้นั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึง
จิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อผู้เรียนจะได้ไม่เบื่อหน่ายในการเรียนและจะทำให้การจัดกิจกรรม
การเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ต้องคำนึงถึงดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักเรียนย่อมมีความแตกต่างกันทั้งในด้านสติปัญญา อารมณ์ จิตใจ และลักษณะนิสัย ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนครูต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ในการจัดชั้นเรียนนั้น โดยทั่วไปครูมักจะจัดชั้นเรียนโดยมีนักเรียน ซึ่งมีความสามารถคละกันไป โดยมีได้คำนึงถึงว่านักเรียนนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้ผลการสอนไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นในการจัดชั้นเรียนครูควรคำนึงถึง

1.1 ความแตกต่างของนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพราะนักเรียนนั้นมีความแตกต่างกันทั้งทางร่างกาย ความสามารถ บุคลิกภาพ ครูจะสอนทุกคนให้เหมือนกันนั้นเป็นไปได้ ครูจึงต้องศึกษาว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีปัญหาอย่างไร

1.2 ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของนักเรียน เช่น ครูอาจจะแบ่งนักเรียนออกตามความสามารถ (Ability Grouping) ว่านักเรียนมีความเก่ง อ่อน ต่างกันอย่างไร เมื่อครูทราบแล้วจะได้สอนให้สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนเท่านั้น

การสอนนั้นนอกจากจะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างกลุ่มแล้ว ตัวครูจะต้องพยายามที่จะสอนบุคคลเหล่านี้ เพราะนักเรียนแต่ละคนไม่เหมือนกัน นักเรียนที่เรียนเก่งก็จะทำโจทย์คณิตศาสตร์ได้คล่อง แต่นักเรียนที่เรียนอ่อนก็จะทำไม่ทันเพื่อน ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนท้อถอย ครูจะต้องคอยให้กำลังใจแก่เขา การสอนนั้นครูจะต้องพยายามดังนี้

1.3 ศึกษา นักเรียนแต่ละบุคคล ดูความแตกต่างเสียก่อน แล้ววินิจฉัยว่าแต่ละคนประสบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไร

1.4 วางแผนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างของนักเรียน ถ้านักเรียนเก่งก็ส่งเสริมให้ก้าวหน้า โดยการให้ฝึกทักษะการทำแบบฝึกหัดที่ยากขึ้น และสอดแทรกความรู้ต่างๆ ให้ ส่วนนักเรียนที่เรียนอ่อนก็พยายามหาทางช่วยเหลือด้วยการสอนซ่อมเสริม ทำแบบฝึกหัดที่สนุกทำให้ไม่เบื่อการเรียน และเป็นการเพิ่มทักษะในทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

1.5 ครูต้องรู้จักหาวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ มาสอน เช่น การสอนนักเรียนที่อ่อนก็รู้จักใช้รูปแบบมาอธิบายนามธรรม ให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน เพลิดเพลิน เช่น อาจจะใช้เพลง กลอน เกม ปริศนา การ์ตูน

1.6 ครูต้องรู้จักหาเอกสารประกอบการสอนมาเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น นักเรียนเก่งก็ให้ทำแบบฝึกหัดเสริมให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น นักเรียนอ่อนก็ทำแบบฝึกหัดง่ายไปส่ายากเป็นแบบฝึกหัดเสริมทักษะให้นักเรียนค่อย ๆ ทำไป

1.7 การสอนนักเรียนที่มีความแตกต่างกันนั้น สิ่งสำคัญที่สุดคือ ครูจะต้องมีความอดทน เช่น ใฝ่หาความรู้ เสียสละเวลา จึงจะสามารถสอนนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันอย่างมีประสิทธิภาพ

2. จิตวิทยาในการเรียนรู้ (Psychology of Learning) การสอนนักเรียนนั้นก็ เพื่อให้ นักเรียนเกิดการพัฒนาขึ้น ครูจะต้องนึกอยู่เสมอว่า จะทำให้นักเรียนพัฒนาไปสู่จุดประสงค์ ที่ต้องการอย่างไร นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ก็ต่อเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมดังต่อไปนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ใด ประสบการณ์หนึ่งเป็นครั้งแรก เขาก็มีความอยากรู้อยากเห็น และอยากจะทำซ้ำได้ วิธีนี้คงจะเป็นการลองผิดลองถูก แต่เมื่อเขาอยากได้รับประสบการณ์นั้นอีกครั้งหนึ่ง เขาจะสามารถตอบได้ แสดงว่าเขาเกิดการเรียนรู้

2.2 การถ่ายทอดการเรียนรู้

- นักเรียนจำได้รับการถ่ายทอดการเรียนรู้ก็ต่อเมื่อ เห็นสถานการณ์ ที่คล้ายคลึงกันหลาย ๆ ตัวอย่าง

- ครูควรจะฝึกนักเรียนให้รู้จักสังเกตรูปแบบของสิ่งที่คล้ายคลึงกัน แล้วเขาก็จะสามารถสรุปว่าแบบนั้นเป็นอย่างไร

- รู้จักนำเรื่องที่เคยเรียนแล้วในอดีตมาเปรียบเทียบ หรือใช้กับเรื่อง ที่จะต้องเรียนใหม่

- ควรจะให้นักเรียนได้เรียนอย่างประสบผลสำเร็จไปเป็นเรื่อง ๆ เพราะถ้าเขาทำเรื่องใดสำเร็จเขาก็จะสามารถถ่ายทอดไปยังเรื่องอื่นได้ ดังนั้นครูควรพยายาม ให้นักเรียนสรุปได้ด้วย ตนเอง จะทำให้เขาเข้าใจ และจำได้นานเมื่อเขาจำได้เขาก็จะนำไปใช้ กับเรื่องอื่น ๆ ได้

- การถ่ายทอดการเรียนรู้จะสำเร็จผลมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับวิธีสอน ของครู ดังนั้นครูจะต้องตระหนักอยู่เสมอว่า จะสอนอะไร และสอนอย่างไร

การสอนเพื่อจะให้เกิดการเรียนรู้นั้นควรจะยึดหลักดังนี้

- ให้นักเรียนเกิดมโนคติ (Concept) ด้วยตนเองและนำไปสู่ข้อสรุปได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อสรุปนั้นไปใช้ได้

- ครูจะต้องเน้นในขณะที่สอนแลแยกแยะให้นักเรียนเห็นองค์ประกอบ ในเรื่องที่กำลังเรียน

- ครูควรจะต้องฝึกนักเรียนให้รู้จักใช้หลักการจากเรื่องที่เรียนจบแล้ว
ในสถานการณ์ที่มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันแต่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

- ครูจะต้องใช้กลวิธีหลายๆ อย่างในการเรียนการสอน

2.3 ธรรมชาติของการเกิดการเรียนรู้

นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ขึ้นได้ นักเรียนจะต้องรู้ในเรื่องต่อไปนี้

- นักเรียนจะต้องรู้จักจุดประสงค์ในการเรียนในบทเรียนแต่ละบทนั้น
ว่า นักเรียนกำลังต้องการอะไร นักเรียนจะสามารถปฏิบัติหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างไร

- นักเรียนจะต้องรู้จักวิเคราะห์ข้อความ ในลักษณะที่เป็นแบบเดียวกัน
หรือเปรียบเทียบกัน เพื่อนำสู่การค้นพบ

- นักเรียนจะต้องรู้จักสัมพันธ์ความคิด ครูจะต้องพยายามสอนให้นักเรียน
รู้จักสัมพันธ์ความคิด เมื่อสอนเรื่องหนึ่งก็ควรจะต้องพูดถึงเรื่องที่ต่อเนื่องกัน เช่น จะสอนเรื่อง
ทศนิยม ก็จะต้องทบทวนถึงเรื่องร้อยละ ครูจะต้องทบทวนให้ครบทุกเรื่องที่เกี่ยวข้องและ
จะต้องดูให้เหมาะสมกับเวลา

- นักเรียนจะต้องเรียนด้วยความเข้าใจ และสามารถนำไปใช้ได้ นักเรียน
บางคนว่าสูตรได้แม่น แต่แก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ เรื่องนี้ครูควรจะต้อง
ยกตัวอย่างมาก ๆ จนทำให้นักเรียนเข้าใจและเกิดการเรียนรู้

- ครูจะต้องเป็นผู้มีสมองไว มีปฏิภาณ รู้จักวิธีการที่จะนำนักเรียนไปสู่
ข้อสรุปในการสอน แต่ละเรื่องนั้นควรจะได้สรุปบทเรียนรู้

- นักเรียนควรจะเรียนรู้วิธีการว่าจะเรียนอย่างไร โดยเฉพาะการเรียน
คณิตศาสตร์จะท่องจำเหมือนนกแก้วนกขุนทองไม่ได้

- ครูไม่ควรทำโทษนักเรียน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายยิ่งขึ้น
ควรจะเสริมกำลังใจให้นักเรียน

3. จิตวิทยาในการฝึก (Psychology of drill) การฝึกเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
การให้นักเรียนฝึกซ้ำๆ บางครั้งก็ทำให้นักเรียนเกิดการเบื่อหน่าย ครูบางคนคิดว่าการฝึกโดยให้
ทำโจทย์มากๆ และ โจทย์ที่ซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้ง นักเรียนก็อาจเบื่อหน่าย ครูจะต้องดูให้
เหมาะสมการฝึกที่มีผลอาจจะพิจารณาได้ดังนี้

3.1 การฝึกจะให้ได้ผลดีต้องฝึกเป็นรายบุคคล เพราะคำนึงถึงความแตกต่าง
ระหว่างบุคคลได้

3.2 ควรจะฝึกไปที่ละเรื่อง เมื่อจบบทเรียนหนึ่ง และเมื่อเรียนได้หลายบท ก็ควรจะฝึกรวมยอดอีกครั้งหนึ่ง

3.3 ควรจะมีการตรวจสอบแบบฝึกหัดแต่ละครั้งที่ให้นักเรียนทำเพื่อเป็นการประเมินผลนักเรียนตลอดจนประเมินผลการสอนของครูด้วย เมื่อนักเรียนทำโจทย์ปัญหาไม่ได้ ครูควรได้ถามตนเองอยู่เสมอว่าเพราะอะไรจะเป็น เพราะครูใช้วิธีการสอนไม่ดีก็ได้ อย่างเป็นไปโดยนักเรียนฝ่ายเดียวจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ

3.4 เลือกแบบฝึกหัดให้สอดคล้องกับบทเรียน และให้แบบฝึกหัดพอเหมาะ ไม่มากเกินไป

3.5 แบบฝึกหัดที่นักเรียนทำนั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่าง ระหว่างบุคคล ด้วย

3.6 แบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำนั้นควรจะมีหลาย ๆ ด้าน คำนึงถึงความยากง่าย เรื่องใดควรเน้นก็อาจจะให้ทำหลาย ๆ ข้อเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและจำได้

3.7 พึงตระหนักอยู่เสมอว่าก่อนที่จะให้นักเรียนทำโจทย์นั้น นักเรียนเข้าใจในวิธีทำโจทย์นั้นโดยต้องเท่อย่าปล่อยให้ให้นักเรียนทำโจทย์ตามตัวอย่างที่ครูสอน โดยไม่เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แต่ประการใด

4. การเรียนรู้โดยการกระทำ (Learning by Doing) ทฤษฎีนี้กล่าวมานานแล้ว โดย John Dewey การสอนคณิตศาสตร์นั้นปัจจุบันมีสื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมมาช่วยมากมาย ผู้สอนจะต้องให้นักเรียนลงกระทำหรือปฏิบัติจริงแล้วจึงสรุปมโนคติ (Concept) ผู้สอนไม่ควรเป็นผู้บอกเพราะถ้าผู้เรียนได้ค้นพบตัวเอง เขาจะเข้าใจและทำได้

5. การเรียนเพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) เป็นการเรียนรู้จริงทำได้จริง ในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนบางคนทำตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูกำหนดไว้ได้ แต่บางคนไม่สามารถทำตามได้ ผู้เรียนประเภทหลังนี้ควรจะได้รับการสอนซ่อมเสริม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เหมือนคนอื่น ๆ อาจต้องใช้เวลามากกว่าคนอื่นในการที่จะเรียนเนื้อหาเดียวกันผู้สอนจะต้องพิจารณาว่าจะทำอย่างไรจึงจะตอบสนองความแตกต่างระหว่างข้อนี้ได้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ครบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสำเร็จตามจุดประสงค์ เขาก็จะมีความพึงพอใจ มีกำลังใจและเกิดแรงจูงใจให้อยากเรียนต่อไป

6. ความพร้อม (Readiness) เป็นเรื่องสำคัญมากเพราะถ้านักเรียนไม่เกิดความพร้อมที่จะเรียน เขาก็ไม่สามารถจะเรียนต่อไปได้ผู้สอนจะต้องสำรวจความพร้อมของผู้เรียนก่อน ผู้เรียนที่มีวัยแตกต่างกัน ย่อมมีความพร้อมที่แตกต่างกัน การสอนคณิตศาสตร์ผู้สอนจะต้องตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนเสมอ ผู้สอนควรจะดูความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนว่าพร้อมที่จะเรียนต่อไปหรือไม่ ถ้าผู้เรียนยังไม่พร้อม ผู้สอนต้องทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเสียก่อนการเรียนที่มีความพร้อมจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วและเรียนรู้ได้ดี

7. แรงจูงใจ (Motivation) เป็นเรื่องที่เราควรใส่ใจเป็นอย่างยิ่ง เพราะธรรมชาติของคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ยากอยู่แล้ว ดังนั้นผู้สอนควรคำนึงถึงอยู่เสมอในการทำงานผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความสำเร็จด้วยการที่ครูค่อย ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสำเร็จขึ้นเรื่อย ๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ ผู้สอนควนให้ใจที่ย่อย ๆ ก่อนให้เขาทำให้อีกทีละตอนก่อนแล้วค่อยเพิ่มความยากขึ้นเรื่อย ๆ สิ่งเหล่านี้เป็นการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลนั่นเองควรให้เกิดการแข่งขันหรือเสริมกำลังใจเป็นกลุ่มก็จะเป็นการสร้างแรงจูงใจเช่นเดียวกัน เมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จเขาจะมีแรงจูงใจที่ดีต่อตนเองทำให้เกิดแรงจูงใจที่อยากเรียนต่อไป และในขณะเดียวกันถ้าเขาล้มเหลวเขาก็มีมี โนมคติที่ไม่ดีต่อตนเอง (Self-concept)

8. การเสริมกำลังใจ (Reinforcement) เป็นเรื่องที่สำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพราะถ้าคนเราทราบว่าพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้นเป็นที่ยอมรับย่อมทำให้เกิดกำลังใจที่ผู้สอนชมเชยนักเรียน โอกาสที่เหมาะสมจะเป็นกำลังใจให้ผู้เรียนเป็นอย่างมาก การเสริมกำลังใจจะมีทั้งทางบวกและทางลบ การเสริมกำลังใจทางบวกได้แก่ การชมเชย การให้รางวัล การเสริมกำลังใจทางลบได้แก่ การทำโทษ ผู้สอนควรพิจารณาให้ดี ๆ การเสริมกำลังใจจะได้ผลมากน้อยเพียงใด ก็ต้องพิจารณาด้วยว่าสิ่งที่เราเสริมกำลังใจไปนั้นเขาต้องการหรือไม่ซึ่งในการสร้างเจตคติที่ดีในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่พึงปรารถนาเป็นอย่างยิ่ง เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นหรือได้รับการปลูกฝังที่ละน้อยกับผู้เรียน โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนทุกครั้ง ผู้สอนควรคำนึงถึงด้วยว่าจะนำผู้เรียนไปสู่ เจตคติที่ดีหรือไม่และสิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ผู้สอนควรใส่ใจ คือ วาจาผู้สอนเป็นเรื่องที่ควรระมัดระวังเพราะอาจทำให้ผู้เรียนเกิดอาการท้อถอยได้ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนนั้น คนที่แก้ปัญหานั้น คือครูผู้สอนนั่นเอง

บทเรียนโปรแกรม

ประวัติและการพัฒนาของบทเรียนโปรแกรม

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2546, หน้า 2) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมว่ามีมาในสมัยนักปราชญ์รุ่นเก่ายุคกรีก คือ เมื่อประมาณ 2,000 ปีมาแล้ว โดยผู้ที่มีความคิดในเรื่องนี้คนแรก คือโสเครติส ได้คิดการสอนแบบโปรแกรมเพื่อสอนในวิชาเรขาคณิตเพื่อใช้สอนลูกทาสขึ้น โดยวิธีการเรียนของโสเครติสนั้น จะเป็นการถามคำตอบเกี่ยวกับความจริงที่ผู้เรียนทราบมาก่อนแล้ว ไปสู่ความจริงที่ผู้เรียนไม่เคยทราบมาก่อน ซึ่งทฤษฎีของโสเครติสได้ปรากฏให้เห็นในหนังสือของพลาโต ที่มีชื่อว่า มีโน ในการเรียนการสอนนั้นโสเครติสได้ทำการเลือกเด็กผู้ชายจากห้องเรียนของตนมาแล้วตั้งคำถาม ทั้งนี้เพื่อที่จะสอนเกี่ยวกับทฤษฎีทางเรขาคณิต โดยที่ตามความเป็นจริงแล้วผู้เรียนไม่เคยได้รับการฝึกฝนทางด้านเรขาคณิตมาก่อน

นอกจากนี้ กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2546, หน้า 2) ยังได้กล่าวถึงบุคคลที่มีชื่อเสียงอีกท่านหนึ่ง คือ Sidney L. Pressey นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัย Ohio State ได้มีการคิดค้นเครื่องช่วยสอนขึ้นในปี ค.ศ. 1920 เครื่องช่วยสอนของ Sidney จะมีลักษณะดังนี้ คือจะมีตัวเลือกให้ 4 ตัวเลือก และมีช่องสำหรับให้เนื้อหาตลอดจนถามคำถาม ถ้าหากผู้เรียนตอบคำถามให้ถูกต้องก็จะมีคำถามต่อไปเลื่อนลงมาแทนที่ แต่ถ้าหากผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องคำถามดังกล่าวก็จะปรากฏอยู่ในช่องนั้น จนกระทั่งผู้เรียนตอบถูกแล้วเมื่อใดจึงจะมีการเปลี่ยนคำถามขึ้นใหม่ ด้วยเหตุนี้เครื่องมือของ Pressey จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสอนและการทดสอบผู้เรียน โดยจัดให้มีการรายงานผลสะท้อนกลับ (เฉลยคำตอบ) ให้ผู้เรียนทราบผลทันที แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลอง ทดสอบดูแล้วปรากฏว่าเครื่องของ Pressey ยังมีข้อบกพร่อง ดังนี้

1. ไม่มีการจัดทำวัสดุโปรแกรมที่เป็นระบบเพื่อใช้กับเครื่องนี้
2. เครื่องนี้ไม่เหมาะสมกับสภาวะและบรรยากาศทางการศึกษา ซึ่งในขณะนั้น

เป็นยุคการปฏิรูปอุตสาหกรรม

ต่อมา Pressey จึงได้คิดประดิษฐ์กระดานเจาะและเครื่องในการเลือกโดยบัตรขึ้น และเมื่อไม่นานนี้เอง Pressey ได้เสนอแนะในสิ่งที่เขาเรียกว่า Adjunc Autoinstruction อันหมายถึงสื่อการสอนทั้งหมด ได้แก่ หนังสือ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ ฯลฯ ที่นำมาใช้ประกอบบทเรียนโปรแกรม Pressey ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสอน และทำการทดลองเกี่ยวกับ

Auto Instruction ในระหว่างปี ค.ศ. 1820 และ 1920 ซึ่งในปี ค.ศ. 1932 เขาไม่สามารถดำเนินงานต่อไปได้เนื่องจากมีอุปสรรคในเรื่องการเงิน แต่เขายังมั่นใจว่า Automated Instruction หรือบทเรียนโปรแกรมนี้ก่อให้เกิดการปฏิวัติขึ้นในวงการศึกษามากขึ้น เมื่อมีการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมขึ้นมาของ Pressey มีแนวโน้มที่จะถูกลืม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสมัยที่ Skinner แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดได้คิดค้นในสิ่งที่น่าสนใจใหม่ ๆ ในเรื่องของบทเรียนโปรแกรมขึ้นมาเมื่อกลางปี ค.ศ. 1950 Skinner ได้คิดบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงขึ้นในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้เรียนแต่ละคนจะศึกษาเนื้อหาของบทเรียนไปทีละขั้นเป็นเส้นตรง โดยจะศึกษาจากหน้า 1 ไปจนกระทั่งถึงหน้าสุดท้าย ในตอนสุดท้ายของเนื้อหาแต่ละขั้นตอนจะมีคำถามพร้อมทั้งคำตอบ ซึ่งถ้าผู้เรียนตอบผิดเขาจะต้องกลับไปอ่านเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงของ Skinner มีพื้นฐานมาจากการวางเงื่อนไขชนิดการกระทำ โดยผู้เรียนจะตอบคำถามด้วยการเขียนขึ้นมา และพฤติกรรมต่าง ๆ จะเกิดขึ้นภายใต้การบังคับของสิ่งเร้าโดยตรง ด้วยเหตุนี้เนื้อหาของบทเรียนโปรแกรมเส้นตรงจะมีลักษณะเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) ซึ่งจะเป็นสิ่งเร้า เมื่อผู้เรียนเรียนจะต้องตอบคำถามลงในช่องว่าง และมีการรายงานผลสะท้อนกลับ (Feedback) ให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเขาตอบถูกหรือผิดอย่างไร ถ้าหากผู้เรียนตอบถูกคำถามที่ถูกจะเป็นตัวเสริมแรง ให้ผู้เรียนอยากที่จะศึกษาต่อไป

ลักษณะบทเรียนโปรแกรมของ Pressey และ Skinner นั้น จะมีวิธีการเรียนที่คล้ายกัน กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องเรียนครบทุกกรอบไปตามลำดับของเส้นตรงเสมอ ไม่มีการแยกไปเรียนกรอบอื่น บทเรียนชนิดนี้ เรียกว่า “บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง”

Norman A. Crowder ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาจากมหาวิทยาลัยชิคาโก เป็นผู้คิดบทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่งขึ้น เพื่อใช้ฝึกอบรมนายช่างผู้ชำนาญเกี่ยวกับการให้บริการเครื่องบินของกองบินสหรัฐ โดยผู้รับการอบรมจะได้เนื้อหาและมีการถามคำถามซึ่งผู้เรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือกหลายตัวที่ให้มา ซึ่งถ้าหากผู้เรียนตอบถูกก็จะมีให้ข้อมูลเพิ่มเติมเล็กน้อย พร้อมทั้งมีการถามคำถาม ถ้าเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ผู้เรียนก็จะได้รับการบอกว่าผิด และทราบเหตุผลว่าทำไมจึงตอบผิด บางครั้งผู้เรียนอาจจะต้องกลับไปศึกษาเนื้อหานั้นใหม่ และลองตอบคำถามอีกครั้งหนึ่ง บางครั้งก็จะได้รับคำอธิบายเพิ่มเติมและคำถามที่แตกต่างกันไป ดังนั้นการเรียนแบบนี้ผู้เรียนจะสามารถเรียนโปรแกรมได้หลาย ๆ ทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทางเลือกหรือสาขาที่ผู้เรียนเลือกมา เพราะฉะนั้นผู้เรียนแต่ละคน

จะเรียนไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวเลือกที่ผู้เรียนเลือกขึ้นมา ซึ่งเป็นตัวตัดสินได้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนอย่างไร ดังนั้นโปรแกรมชนิดนี้จึงรู้จักกันในนามของ Branching Program

ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นโดยกำหนดเนื้อหาวัตถุประสงค์และวิธีการพร้อมด้วยอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ล่วงหน้า ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและประเมินผลการเรียนด้วยตนเองตามขั้นตอนที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งมีการเสริมแรงแก่ผู้เรียนเป็นระยะๆ โดยการเฉลยคำตอบทันที โดยกำหนดเนื้อหาที่แบ่งเป็นตอนย่อยๆ หรือ กรอบ หรือ เฟรม (Frame) โดยเสนอเนื้อหาทีละน้อย มีคำถามให้นักเรียนคิดทำกิจกรรมหรือตอบแล้วเฉลยให้ทราบทันทีจึงถือว่าผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ด้วยตนเองและเป็นไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521, หน้า 118) ได้สรุปความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรมไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่เสนอความรู้ให้นักเรียนเป็นขั้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงปฏิกิริยาตอบโต้ พร้อมกับบอกให้นักเรียนทราบว่าปฏิกิริยาของนักเรียนนั้นถูกหรือผิดทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนรู้ด้วยตนเองเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความสามารถ ความสนใจและพื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับที่กำลังเรียนอยู่

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2546, หน้า 13) ได้สรุปบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนที่มีการจัดลำดับขั้นของเนื้อหาเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ เรียงลำดับจากง่ายไปหายากพร้อมทั้งมีคำถามและคำเฉลย ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

บุญชม ศรีสะอาด (2546, หน้า 92) กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมสำเร็จรูป (Programmed Instruction) คือ สื่อการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเรียนด้วยตัวเองจะเร็วหรือช้าตามความสามารถของผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหลาย ๆ กรอบ แต่ละกรอบจะมีเนื้อหาที่เรียนเรียงไว้ มุ่งให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับ โดยมีส่วนที่ผู้เรียนจะต้องตอบสนองด้วยการเขียนคำตอบ ซึ่งอาจอยู่หรืออยู่ในรูปการเติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบ ฯลฯ และมีส่วนที่เป็นเฉลยคำตอบที่ถูกต้องซึ่งอาจอยู่ข้างหน้าของกรอบนั้นหรือถัดไปหรืออยู่ที่ส่วนอื่นของบทเรียนก็ได้ บทเรียนแบบโปรแกรมที่สมบูรณ์จะมีแบบทดสอบที่วัดความก้าวหน้าของการเรียน โดยให้ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วพิจารณาว่าหลังเรียนผู้เรียนแต่ละคนมีคะแนนมากกว่าก่อนเรียนมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้บทเรียนโปรแกรมยังช่วยเพิ่มทักษะหรือเสริมความเข้าใจในวิชานั้น ๆ แก่ผู้เรียนอีกด้วย

สุวิทย์ คำมูลและอรรถ คำมูล (2547, หน้า 35) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปไว้ว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่มีการสร้างบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปไว้ล่วงหน้าที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง จะเรียนได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยบทเรียนดังกล่าวจะนำเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ หลาย ๆ กรอบ (Frames) เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ต่อละครอบจะมีเนื้อหาคำอธิบายและคำถามที่เรียบเรียงไว้ต่อเนื่องกันโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก เพื่อมุ่งให้เกิดการเรียนรู้ไปตามลำดับ บทเรียนแบบโปรแกรมที่สมบูรณ์จะมีแบบทดสอบความก้าวหน้าของการเรียน โดยผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที

ทิสนา แคมมณี (2550, หน้า 378) กล่าวว่า วิธีการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนสำเร็จด้วยตัวเอง กล่าวก็คือเป็นบทเรียนที่นำเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้รู้มาแตกเป็นหน่วย (Small steps) เพื่อให้ง่ายแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้และนำเสนอแก่ผู้เรียนสามารถตอบสนองสิ่งที่เรียนและตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที (Immediate feedback) ว่าผิดหรือถูก ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้นานน้อยตามความสามารถและสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะบทเรียนจะมีแบบทดสอบทั้งแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ไว้พร้อม

Espich และWilliams (อ้างใน กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, 2546, หน้า 12) ได้ให้คำนิยามของการสอนแบบโปรแกรมว่า เป็นการจัดลำดับขั้นของประสบการณ์ที่เตรียมไว้เพื่อพาผู้เรียนไปสู่ความชำนาญ บทเรียนผ่านโปรแกรมเป็นเครื่องมือทางการศึกษาเพื่อจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาก้าวหน้าไปตามประสบการณ์ที่ผู้เขียนโปรแกรมจัดให้เป็นอนุกรมโดยเชื่อว่าเด็กจะบรรลุถึงจุดหมายปลายทางได้อย่างคล่องแคล่ว

ดังนั้น จากความหมายของบทเรียนโปรแกรมที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า บทเรียนโปรแกรม หมายถึง สื่อการเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่ในบทเรียนได้กำหนดให้และเป็นไปตามเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ เป็นกรอบหรือเฟรม (Frame) โดยมีการเรียนลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก และมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

จิตวิทยาพื้นฐาน

บทเรียนโปรแกรมมีพื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อใช้ในการออกแบบและการสร้างเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามความต้องการ และความพร้อม ของผู้เรียน โดยเอาทฤษฎีของ Thorndike และ B.F Skinner ดังนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Thorndike หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า S-R Theory ซึ่งจะมุ่งเน้นถึง การวางเงื่อนไข และการเสริมแรง แล้วกำหนดเป็นกฎแห่งการเรียนรู้ ซึ่งมีอยู่ 3 กฎ คือ

1.1 กฎแห่งผล (Law of Effect) เมื่อใดที่มีการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนอง และติดตามด้วยสภาพการณ์ที่น่าพอใจ พฤติกรรมนั้น ๆ จะเพิ่มมากขึ้น รางวัลและการประสบความสำเร็จเป็น ตัวเสริมแรงให้แสดงพฤติกรรมนั้นยิ่งขึ้น ส่วนการลงโทษและความล้มเหลว จะลดการแสดงพฤติกรรมลงในการเรียนบทเรียน โปรแกรม จะมีการให้รางวัลและแจ้งผลการเรียนให้ผู้เรียนทราบทันที

1.2 กฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้น บ่อยครั้ง จะทำให้การเชื่อมโยงระหว่างกันมีมากขึ้น การได้แสดงพฤติกรรมใด ๆ อยู่เสมอ จะทำให้การแสดง พฤติกรรมนั้นมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น การเรียนกับบทเรียน โปรแกรมที่ต้องทำแบบฝึกหัดซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.3 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การที่ผู้เรียนจะยอมรับหรือปฏิเสธสถานการณ์ ที่สร้างความพึงพอใจและไม่พึงพอใจ ขึ้นอยู่กับความพร้อม หรือการปรับตัว ความตั้งใจ ความสนใจและทัศนคติ

ดังนั้นในการเรียนบทเรียน โปรแกรมที่ได้จัดความพร้อม ไว้ให้กับนักเรียนในทุกด้าน อย่างเหมาะสมจะช่วย ให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner มีหลักการ คือ การเรียนรู้เกิดจากการที่บุคคล ได้มีการกระทำต่อสิ่งเร้าแล้ว ได้รับการเสริมแรงและ พฤติกรรมของมนุษย์ส่วนใหญ่เป็นผล ต่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ดังนั้น ถ้ามีการควบคุม และจัดสภาพการณ์ให้การโต้ตอบสนอง เปลี่ยนไปโดยการเสริมแรง จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ที่ละน้อยจนกระทั่งเกิด

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ต้องการ ในการเรียนบทเรียนโปรแกรม ที่มีการนำหลักการของ Skinner มาใช้ จึงจัดโปรแกรมการเรียน ดังนี้

- 2.1. ให้ผู้เรียนเรียนรู้ทีละน้อยเป็นขั้นตอนอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ
- 2.2. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง
- 2.3. ให้นักเรียนมีโอกาสประสบความสำเร็จและได้รับรางวัล
- 2.4. ให้ผู้เรียนทราบผลทันที
- 2.5 กระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปตามหลักตรรกวิทยา และได้รับความสำเร็จ

ตามลำดับขั้น

3. ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement) คือ การทำให้พฤติกรรมหนึ่งของบุคคลเพิ่มขึ้นอันเป็น ผลจากการได้รับการตอบสนองที่บุคคลนั้นพึงพอใจ หลังจากการแสดงพฤติกรรมนั้น ๆ หรือเป็นผลเนื่องจาก ความสำเร็จในการหลีกเลี่ยงหรือการหนีจากสิ่งเร้าที่บุคคลนั้นไม่พึงพอใจบทเรียนแบบ โปรแกรมนั้นจะมีการเสริมแรงตลอดเวลา เพราะจะมีส่วนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และเกิดความพึงพอใจในการเรียน เมื่อผู้เรียนมีกำลังใจที่ได้รับจากการเสริมแรงหรือการตอบสนองที่ดี (ชม ภูมิภาค , 2523, หน้า 134)

ลักษณะสำคัญของบทเรียนโปรแกรม

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 36) ได้อธิบายลักษณะที่สำคัญของบทเรียน โปรแกรมไว้ ต่อไปนี้

1. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้
2. เนื้อหาหรือเนื้อเรื่องที่จะให้เรียนรู้จะแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่ากรอบบทเรียน ความสั้นยาวของแต่ละกรอบแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม
3. จัดเรียงลำดับกรอบบทเรียนให้ต่อเนื่องกัน เริ่มจากง่ายไปหายากและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน มีการทบทวนให้ผู้เรียนทดสอบการเรียนรู้ของตนเองตลอดเวลา
4. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้เนื้อหาและทักษะจากกิจกรรมต่างๆ ที่กำหนดไว้ในกรอบ
5. เป็นการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจากผลการทดสอบทันที โดยสามารถตรวจสอบคำตอบจากคำตอบด้วยตนเอง
6. มีการเสริมแรงแก่ผู้เรียนในขั้นตอนสำคัญเป็นระยะ เช่น คำชม หลักจากที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองทำได้ถูกต้องแล้ว เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ต่อไป

7. ไม่จำกัดเวลาเรียน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้ตามความสามารถ
ของบุคคล

8. มีการวัดประเมินผลแน่นอน ซึ่งจะมีการทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทดสอบก่อน
เรียนและหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ให้เห็นอย่างชัดเจน

บทเรียนแบบโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนดีกว่าบทเรียน
แบบโปรแกรมที่ด้อยประสิทธิภาพ ลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ
จึงเป็นเกณฑ์อย่างดีในการเลือกใช้สื่อการสอน ดังที่ Elizabeth G. Nole and Paul J. Leonard
(อ้างใน กมลรัตน์ สกฤตนิ, 2546, หน้า 21) ได้เกณฑ์ไว้ดังนี้

1. มีความเหมาะสมกับระดับสติปัญญาของนักเรียน
2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน
3. เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน
4. เหมาะสมกับเรื่องที่สอน
5. มีลักษณะที่น่าสนใจ
6. ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสอน
7. ไม่ทำให้เสียเวลาในการใช้มากเกินไป
8. ให้ความคิดรวบยอดที่ง่ายและไม่ซับซ้อนจนเกินไป
9. เป็นแบบง่าย ๆ
10. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาดีขึ้น
11. ช่วยในการเสริมสร้างทัศนคติที่ดีแก่นักเรียน
12. ช่วยเพิ่มทักษะให้แก่นักเรียน
13. ให้ผลดีต่อการสอนมากที่สุด
14. ราคาไม่แพงจนเกินไป

ส่วนประกอบของบทเรียนแบบโปรแกรม

1. บทเรียนประเภทเป็นเล่ม ประกอบด้วย
 - 1.1 คำชี้แจง / คำแนะนำในการศึกษาด้วยบทเรียนฉบับนั้น
 - 1.2 แนวคิด – วัตถุประสงค์ที่ต้องการจากการศึกษา
 - 1.3 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
 - 1.4 แบบฝึกหัด/คำถามเพื่อทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้ศึกษาพร้อมเฉลย

1.5 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

1.6 เฉลยแบบทดสอบ

2. บทเรียนประเภทสื่อผสม ประกอบด้วย

2.1 คู่มือการใช้สื่อ มีรายละเอียดดังนี้

- คำแนะนำในการใช้บทเรียน
- แนวคิด วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- รายละเอียดของเนื้อหาที่บรรจุไว้ในสื่อ
- คำถาม คำตอบในบทเรียน
- แบบทดสอบก่อน หลังเรียน
- เฉลย

2.2 สื่อประกอบการเรียน

2.3 แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

2.4 เฉลยแบบทดสอบ

หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรม

ธีรชัย ปุณณโชติ (2532, หน้า 25-26) กล่าวถึงการสร้างบทเรียนโปรแกรม ดังนี้

1. คำนึงตัวผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนควรทราบว่าผู้เรียนนั้นบุคคลในระดับใด เช่น อายุ พื้นฐานทางสังคม ความสามารถในการเรียน และพื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน สิ่งเหล่านี้มีผลในการสร้างบทเรียนมาก
2. คำนึงผลที่ต้องการ ต้องมีการตั้งวัตถุประสงค์บทเรียนว่าต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร
3. คำนึงแบบของบทเรียนว่า ควรจะเสนอในรูปแบบใด คือ แบบเส้นตรงหรือแบบสาขา หรือไม่แยกกรอบ เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา (เรียนและวัตถุประสงค์ เช่น เนื้อหาที่เป็นประเภทความรู้ ความจำ หรือความคิดเห็นผู้เรียนเป็นนักเรียนเก่งหรืออ่อน ฯลฯ)
4. ไม่มีการจำกัดเวลาผู้เรียน การเรียนจะดำเนินไปตามอัตราความสามารถของแต่ละบุคคล โดยไม่ต้องคำนึงถึงการสำเร็จก่อนหรือเสร็จหลังผู้อื่น
5. เนื้อหาวิชาจะต้องจัดแบ่งเป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ๆ ก่อนแล้วแบ่งเป็นหัวข้อเรื่องย่อยๆ เขียนเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยๆ เขียนเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ แต่ละหน่วยย่อยจะต้องทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในหน่วยย่อยถัดไป เพื่อในการเรียนรู้ดำเนินไปที่ละน้อยๆ

ที่ละชั้นพยายามอย่าให้มีการกระโดดตามลำดับของเนื้อเรื่อง จัดลำดับเรื่องจากเนื้อหาง่าย ๆ ไปหาเนื้อหาที่ยากขึ้นตามลำดับ

6. ให้มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

7. เนื้อหาของแต่ละกรอบ ควรเขียนกระดาศที่ชัดเจนถูกต้องตามหลักภาษา และเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ และอายุของผู้เรียนเนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชา และมีความต่อเนื่องกันในแต่ละกรอบ

8. แต่ละกรอบจะต้องนำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่องอย่างชัดเจนและมีคำถามหรือคำสั่ง ให้ผู้เรียนตอบสนองต่อเรื่องนั้นโดยตรง และไม่ควรมีความรู้ใหม่เกินกว่า 1 อย่าง

9. ให้มีการย้ำทบทวนและทดสอบตนเอง

10. จะต้องให้ผู้เรียนรู้ผลของคำตอบว่าถูกหรือผิดทันที เพื่อช่วยการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น และเป็นการให้การเสริมแรงให้ทันทีด้วย

11. มีชี้แนะและคู่กันไปกับการตอบสนอง

12. ลดการชี้แนะและการนำทางออกไปทีละน้อยจนกว่าจะหมดโดยสิ้นเชิง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองด้วยตนเองได้อย่างถูกต้องที่สุด

ฐาปนีย์ ธรรมเมธา (2541, หน้า 7) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม มีลักษณะคล้าย ๆ กับการวางแผนการสอนตามปกติ คือ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนที่บอกให้ผู้เรียนรู้ว่าเรียนอะไรอย่างไร

2. การดำเนินเรื่องหรือการสอนเป็นกระบวนการให้ความรู้แก่ผู้เรียนซึ่งในเวลาที่เราสอนปกติ อาจจะใช้สื่อต่างๆ ตามความเหมาะสม ในบทเรียนแบบโปรแกรมนี้อีกเช่นกันผู้สร้างจะต้องวางแผนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมในการเรียนหรือตอบสนองกิจกรรมสื่อการเรียนอะไรบ้าง เช่น อาจให้วาดภาพ ระบายสี ตอบคำถาม รวมทั้งการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ประกอบขณะที่เขาเรียนจากบทเรียนที่เราสร้างขึ้น

3. การสรุปและประเมินผลขั้นนี้เหมือนกับที่ครูเป็นผู้สอนเอง แต่ต่างกันที่ครูเป็นฝ่ายพูดผู้เรียนเป็นฝ่ายฟัง ส่วนบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นผู้เรียนจะเรียนโดยการอ่านหรือฟังจากเทปบันทึกเสียง ภาษาที่ใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรมจะต้องเป็นภาษาที่เขาเข้าใจได้ง่าย มีอารมณ์ขันบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยไม่เบื่อง่ายเหมือนกับการอ่านหนังสือทั่วไป

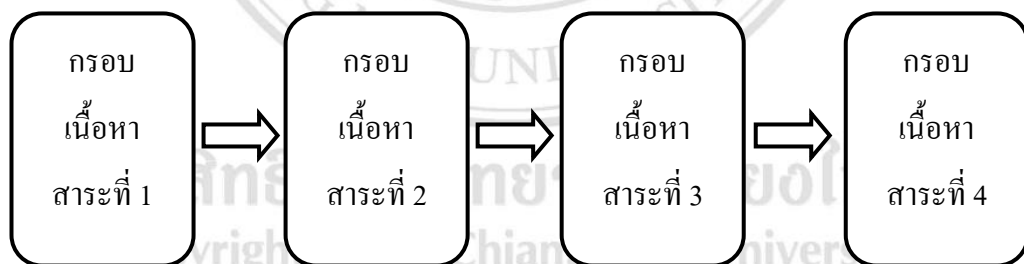
ประเภทของบทเรียนโปรแกรม

ได้มีนักการศึกษาแบ่งประเภทของบทเรียนโปรแกรมตามการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear Program) บทเรียน โปรแกรมแบบนี้ผู้เรียนจะต้องเรียนตามลำดับต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จากกรอบแรกไปจนกระทั่งกรอบสุดท้าย (กรอบจบ) จะข้ามกรอบไม่ได้ไม่ว่าจะเก่งหรืออ่อนก็ตาม แต่คนเก่งจะใช้เวลาเรียนน้อยกว่าคนอ่อน ความรู้จากกรอบแรกจะเป็นพื้นฐานของกรอบถัดไป ในแต่ละกรอบจะประกอบด้วยคำถาม ซึ่งจะให้ผู้เรียนตอบได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1.1 บทเรียนแบบเลือกตอบและแบบเติมคำหรือข้อความ ซึ่งแบบเลือกตอบเป็นการสร้างบทเรียนตามหลักการของ Plessey โดยที่ผู้เรียนทุกคนอ่านข้อความเดียวกันตามลำดับ และตอบคำถามเหมือนกัน เมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง จะมีสิ่งเร้าถัดไปมาเสนอให้ แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดจะมีข้อยกเว้น คือ ต้องกลับไปอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาในกรอบเดิมอีกครั้ง แล้วจึงเลือกคำตอบใหม่อีกจนกว่าจะถูกต้อง การตอบถูกจึงเป็นการให้รางวัลหรือเสริมแรงแก่ผู้เรียน และทำให้เกิดการเรียนรู้จากคำตอบที่ถูกต้องนั้น

1.2 บทเรียนชนิดเติมคำหรือข้อความ เป็นผลจากการศึกษาด้านพฤติกรรมศาสตร์ของ Skinner เน้นที่การระลึกหาคำตอบ (recall) ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้



ภาพที่ 1 บทเรียน โปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือเส้นตรง

2. บทเรียนแบบสาขา (Branching Program) ลักษณะบทเรียนจะคล้ายกับแบบเลือกตอบของ Pressey แต่มีข้อแตกต่างกันมากตรงที่ว่า ตัวเลือกในแต่ละตัวจะนำผู้เรียนให้ไปศึกษาในกรอบหรือหน้าอื่นต่อไป การเรียงลำดับขั้นหรือกรอบจะไม่เป็นไปตามลำดับ

ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบในบทเรียนนั้นได้ถูกต้อง ก็อาจจะข้ามกรอบบางกรอบไปเรียนในกรอบของเนื้อหาหรือบทเรียนที่กำหนด ถ้าผู้เรียนตอบผิดจะได้รับการอธิบายเหตุผล หรือสาเหตุที่ผิด และอาจให้เรียนเพิ่มเติมจากหน่วยย่อยอีก ดังนั้น ผู้เรียนต้องทำตามคำแนะนำในแต่ละกรอบอย่างเคร่งครัด ซึ่งหน่วยย่อยหรือกรอบในบทเรียนแบบสาขามี 2 ชนิด ได้แก่

2.1 กรอบขึ้น เป็นกรอบที่อธิบายเนื้อหาวิชาและมีคำถามแบบเลือกตอบหลายคำตอบให้ผู้เรียนเลือก

2.2 กรอบสาขา เป็นกรอบที่ช่วยแก้ไขความเข้าใจผิดของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นได้ถูกต้อง

วีณา วโรตมะวิชัย (2535, หน้า 195-197) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรมออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบเส้นตรง (Linear Programs) เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนจะต้องตอบคำถามทุกกรอบ (Frame) ตามลำดับขั้นเตรียมไว้ให้ ในระหว่างที่ผู้ตอบเติมไปแล้ว จะสามารถตรวจคำตอบในกรอบต่อไปจะมีการแนะเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง เมื่อผู้เรียนตอบคำถามแรกได้ก็ก้าวไปเรียนในกรอบต่อไป ผู้เรียนจะสามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเอง ซึ่งบทเรียนแบบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

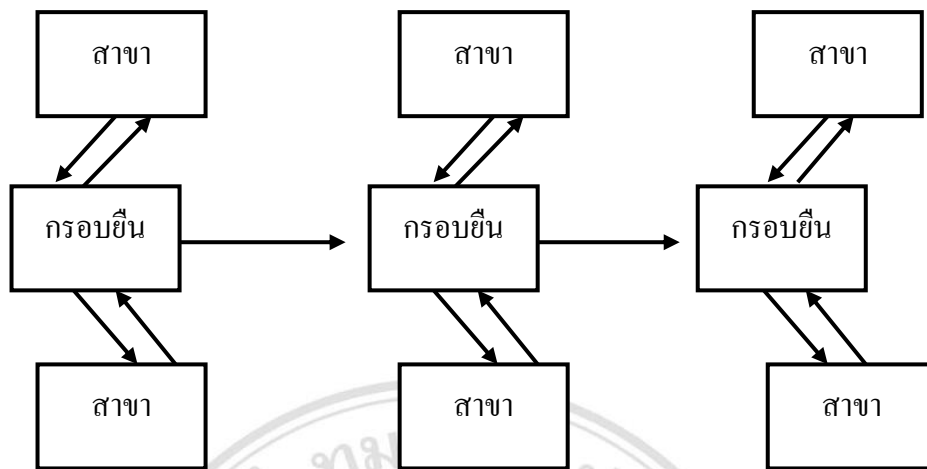
1.1 แบบเรียงข้อไปในหน้าเดียวกัน (Straight-Forward Linear Program)

1.2 แบบซับซ้อน (Complex Linear Program)

2. แบบสาขา (Branching Programs) เป็นบทเรียนที่คำตอบหลายข้อ เพื่อให้เลือกตอบมีลักษณะหน้าของหนังสือเรียงกันแบบธรรมดา แต่ผู้เรียนจะไม่อ่านตามลำดับหน้า ผู้เรียนจะต้องอ่านตามคำสั่ง ซึ่งบทเรียนนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.1 Scrambled book

2.2 แบบถือเลขข้อเป็นหลัก (Stem Number Frame Number)



ภาพที่ 2 บทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่งหรือสาขา

ในขณะเดียวกันก็มีนักการศึกษาได้แบ่งประเภทตามลักษณะรูปแบบคือ

สุนันท์ ปัทมาคม (2524, หน้า 9-10) แบ่งบทเรียนแบบโปรแกรมตามรูปแบบออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. บทเรียนประเภทเป็นเล่ม มีหลายลักษณะ โดยมีข้อปดักย่อยแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เช่น แบบการ์ตูน แบบต่อเนื่อง แบบมีข้อความอย่างเดียว แบบมีข้อความและมีภาพประกอบ บทเรียนเป็นเล่ม เหมาะสำหรับทุกสถานที่และทุกโอกาส เพราะใช้สะดวก ประหยัด และไม่จำเป็นต้องใช้ประกอบกับสิ่งอื่น ใช้ศึกษาเป็นรายบุคคล

2. บทเรียนที่ใช้เครื่องช่วยสอน เครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนโดยตรงและมีโปรแกรมเฉพาะของเครื่องช่วยสอนแต่ละเครื่อง เช่น เครื่องช่วยสอนของ Pressey ที่เรียกว่า Drum Tutor

3. บทเรียนแบบโปรแกรมสื่อประสม ประกอบด้วยสื่อตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่น ข้อความกับเทปเสียง ข้อความกับเทปเสียง และสไลด์ข้อความกับภาพยนตร์ ข้อความกับโทรทัศน์ การใช้บทเรียนโปรแกรมสื่อประสม ใช้ได้ทั้งศึกษาเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มอาจเป็นกลุ่มย่อย 7-8 คนจนกระทั่งกลุ่มใหญ่ 30-40 คน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ (Computer) เป็นเครื่องอย่างหนึ่งที่ประกอบด้วยกลไก อิเล็กทรอนิกส์แบบต่าง ๆ จำนวนมากสามารถรับและส่งข้อมูลหรือโปรแกรมข่าวสารในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนต้องศึกษารูปแบบโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ให้เข้าใจก่อนตัดสินใจใช้

ชนิดของกรอบในบทเรียนแบบโปรแกรม

ชนิดของกรอบในบทเรียนแบบโปรแกรม กรอบสาระการเรียนรู้ในบทเรียนโปรแกรม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กรอบตั้งต้น (Set Frame) เป็นกรอบที่เป็นเสมือนกรอบนำเข้าสู่บทเรียน ในกรอบนี้จะเป็นข้อมูลการเรียนรู้หลักการ ทฤษฎี และคำถามที่เฝ้าระวังเนื้อหาที่กำหนดให้ผู้เรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้กำลังใจหรือเสริมแรงให้มีความสุขกับการเรียนรู้
2. กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกหัดทำกิจกรรมที่มีเนื้อหาสาระเชื่อมโยง มาจากกรอบตั้งต้น ในกรอบฝึกหัดนี้เป็นกรอบสำหรับการฝึกทักษะ เช่น การอ่าน การคิด การวิเคราะห์ และการเขียน ซึ่งเนื้อหาสาระการเรียนรู้จะเพิ่มมากขึ้นกว่ากรอบตั้งต้น
3. กรอบรองกรอบส่งท้าย (Sub-Terminal Frame) เป็นกรอบการเรียนรู้ก่อนที่จะถึงกรอบการเรียนรู้ สรุป ที่ผู้เรียนได้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้มาตามลำดับ โดยมีเนื้อหาสาระที่เข้มข้นขึ้นทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนใกล้เคียงสรุปองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้จากบทเรียนแบบโปรแกรมได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง
4. กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบสุดท้ายของกรอบที่เรียงลำดับต่อเนื่องมาจากง่ายไปหายากในกรอบนี้อาจจะชี้ช่องไว้บ้างหรือไม่ก็ได้ ผู้เรียนจะต้องเรียนผ่านกรอบต้น ๆ มาก่อน และจะสรุปความรู้ในกรอบนั้นด้วย

วิธีการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

วิธีการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม มีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการวางแผน
2. ขั้นดำเนินการ
3. ขั้นการนำไปใช้

1. ขั้นการวางแผน

ในขั้นวางแผนนี้ เป็นขั้นที่สำคัญมาก ผู้สร้างจะต้องพิจารณาตัดสินใจให้ดีเสียก่อนว่าจะเลือกเรื่องใดวิชาใดมาสร้างจึงจะเหมาะสม ซึ่งควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 เนื้อหาวิชานั้นควรจะเป็นเรื่องที่คงตัวหรือเป็นหลักในการสอนตลอดไป

1.2 เนื้อหานี้เคยที่ใครนำมาทำเป็นบทเรียนแบบ โปรแกรมหรือยังถ้าเคยมีคนเคยทำแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาทำซ้ำ

1.3 สามารถสร้างเสร็จได้ภายในเวลาที่กำหนด

1.4 ผลที่ได้จะคุ้มกับการลงทุนหรือไม่ อาจพิจารณาถึงผลการเรียนที่จะได้รับ และจำนวนนักเรียนที่จะใช้ด้วย

1.5 สามารถช่วยลดภาระของครูในการสอน และลดเวลาในการฝึกการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่

1.6 เมื่อสร้างแล้วสามารถจะวัดผลได้ตามความต้องการหรือไม่ เมื่อตัดสินใจเลือกเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมได้แล้ว จะต้องพิจารณาต่อไปอีกว่าจะสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสม ควรเป็นแบบเชิงเส้นหรือแบบสาขาจึงจะดี และจะสร้างในรูปแบบใด เช่น สิ่งพิมพ์ การ์ตูน สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ หรือโทรทัศน์ เป็นต้น

2. ขั้นตอนการ

2.1 ศึกษาหลักสูตรรวมทั้งประมวลการสอน เพื่อจะได้สร้างบทเรียนได้ตรงกับเนื้อหา ระดับและจุดประสงค์ที่หลักสูตรได้กำหนดไว้

2.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง โดยอาศัยข้อมูลจากหลักสูตร และความต้องการของผู้เรียนเป็นหลักจุดมุ่งหมายนี้ควรมีจุดมุ่งหมายทั่วไปที่กล่าวเอาไว้กว้าง ๆ และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่กระจำชัดสามารถจะจัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา โดยการนำเอาเนื้อหาทั้งหมดที่จะสร้างมาแตกเป็นหัวข้อย่อย ๆ อย่างละเอียด แล้วนำมาเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยการใช้วิธีวิเคราะห์ (Task Analysis) หรือการพิจารณาว่าการที่จะให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จะต้องเรียนผ่านขั้นตอนหรือหัวข้อย่อย ๆ ใดบ้าง ตามลำดับขั้นสุดท้ายที่ต้องการนั่นเอง เช่น เรื่องการคูณเลขสองหลักด้วยเลขสองหลัก ผู้เรียนจะสามารถทำได้ จะต้องมีความสามารถในสิ่งต่อไปนี้เสียก่อน คือ

- ต้องนับเลข 1-10,000 ได้
- ต้องเขียนเลข 1-10,000 ได้
- ต้องคูณเลขหลักเดียวเป็น
- ต้องบวกเลขทั้งที่มีตัวทศและไม่มีตัวทศได้

2.4 สร้างแบบทดสอบ จะต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งเอาไว้
แบบทดสอบนี้ อาจจะไปใช้ทั้งการสอบก่อนเรียน (Pre- Test) และทดสอบหลังเรียน (Post- Test) ด้วยก็ได้ ถ้าแบบทดสอบนั้นสามารถสร้างได้อย่างมีความเชื่อมั่นสูง ถ้าไม่เช่นนั้น
ฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบหลังเรียนก็ต้องมีเนื้อหาเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน
แต่อาจจะแตกต่างกันในเรื่องวิธีการหรือข้อความเท่านั้น

2.5 ลงมือเขียน การเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมควรจะคำนึงถึงหลักการ
ต่อไปนี้

- 2.5.1 เนื้อหาย่อย ๆ ในแต่ละหน่วย ย่อมจะก่อให้เกิดความรู้
ความเข้าใจในหน่วยถัดไป
- 2.5.2 เนื้อหาหรือคำอธิบายจะต้องเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
ได้อย่างดี
- 2.5.3 ช่วยให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลในการเรียนมากที่สุด
- 2.5.4 เนื้อหาในแต่ละหน่วยควรจะพาดพิงถึงหน่วยเดิมด้วย เพื่อเป็น
การทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้ว
- 2.5.5 มีการชี้แนวทางหรือแนะให้ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง
ตามความเหมาะสม โดยอาจจะให้กฎเกณฑ์และตัวอย่างมากพอที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้
อย่างดีมีการให้คำแนะนำมาก ๆ แล้วค่อยลดลง (Fading) หรืออาจจะแนะโดยการเปรียบเทียบ
ความคิดหรือสิ่งที่เหมือน ๆ กันก็ได้ ทั้งนี้อาจจะใช้กรอบแนะนำแนวทางในกรอบต่อไป
- 2.5.6 มีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนได้ทราบทันทีด้วยเพื่อเป็น
การเสริมแรงให้ผู้เรียนต้องการเรียนต่อไป แต่บางกรอบอาจจะไม่จำเป็นต้องมีคำตอบก็ไม่ต้อง
มีไว้ เช่น ในกรอบหรือกรอบพื้นฐาน เป็นต้น การเสนอคำตอบโดยเฉพาะแบบเชิงเส้น
สามารถวางไว้หลายแบบด้วยกัน เช่น ให้ตอบคำตอบอยู่หน้าเดียวกับคำถามหรืออยู่หน้าถัดไป
อาจใช้ตัวอักษรหัวกลับกับคำถามเสียหรืออาจจัดคำตอบไว้ท้ายเล่มหรือคนละเล่มเลยก็ได้
 เป็นต้น

2.5.7 ภาษาและคำศัพท์ที่ใช้ ควรให้ชัดเจนเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

2.5.8 ความยาวของแต่ละกรอบจะต้องเหมาะสม ต้องไม่ยาวหรือสั้นเกินไป และต้องมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน นอกจากนั้นควรมีช่องว่างให้ผู้เรียนเติมคำหรือเลือกคำตอบไว้ในกรอบที่ต้องการให้ผู้เรียนเติมคำหรือเลือกคำตอบเอาไว้ในกรอบที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบสนองด้วย ซึ่งจะต้องจบในตัวของมันเอง

2.6 นำออกทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข ควรทำ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

2.6.1 ทดลองเป็นรายบุคคลและปรับปรุงแก้ไข (Individual Try Out and Revised)

2.6.2 ทดลองเป็นกลุ่มเล็กและปรับปรุงแก้ไข (Small Group Try Out and Revised)

2.6.3 ทดลองกับห้องเรียนจริงและปรับปรุงแก้ไข (Field Try Out and Revised)

ในการทดลองใช้บทเรียนแบบโปรแกรมนี้ จะเริ่มต้นด้วยการแนะนำวิธีการเรียนและขั้นตอนในการเรียน ทดสอบก่อนเรียน ลงมือเรียน และทดสอบหลังเรียนเป็นขั้นสุดท้ายการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องบันทึกผลการทดลอง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขสำหรับจะนำไปทดลองในครั้งต่อไป เช่น อาจจะต้องปรับปรุงเนื้อหาเพิ่มหรือตัดบางกรอบออกบ้าง รวมทั้งการแก้ไขทางภาษาด้วย

3. ขั้นตอนนำไปใช้

หลังจากที่ได้ทดลองและปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถนำบทเรียนนั้นออกใช้กับผู้เรียนทั่วไปแต่จะต้องคอยฟังผลจากผู้เรียนเสมอ เพื่อนำข้อบกพร่องมาแก้ไขต่อไปให้บทเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเมื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเสร็จแล้วจะต้องทำบทเรียนให้มีมาตรฐาน โดยมีการทดสอบบทเรียนทั้งแบบรายบุคคล รายกลุ่ม และในสถานการณ์จริง (ภาคสนาม)

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2546, หน้า 155-159) ได้กล่าวว่าการหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ ถือได้ว่าเป็นงานส่วนหนึ่งของการเขียนบทเรียนและป็นงานที่สำคัญมาก โดยภายหลังจากสร้างบทเรียนทดลองจนทำการแก้ไขบทเรียนเสร็จแล้ว

ควรจะได้มีการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้น
ว่าสามารถที่จะนำไปใช้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงพฤติกรรมที่ได้ตั้งความมุ่งหมายไว้หรือไม่

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม มี 2 แนวคิดหลัก คือ

แนวคิดที่ 1 หาประสิทธิภาพจากคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนเท่านั้น
ไม่ได้นำคะแนนที่เกิดจากการทำแบบฝึกหัดในบทเรียนมาเกี่ยวข้อง

แนวคิดที่ 2 หาประสิทธิภาพจากคะแนนแบบฝึกหัดในบทเรียนซึ่งถือว่าเป็น
เป็นคะแนนและประสิทธิภาพของกระบวนการ และทำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนมา
เป็นส่วนสำคัญในการหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม สามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน
ด้วยกันคือ

1. การหาประสิทธิภาพของบททดสอบของบทเรียนแบบโปรแกรมจะหา

1.1 ความเที่ยงตรงของข้อสอบ (Validity)

1.2 ความเชื่อมั่น (Reliability)

1.3 การวิเคราะห์ข้อสอบ

2. การหาประสิทธิภาพของตัวบทเรียนแบบโปรแกรม ในการหาประสิทธิภาพของ
บทเรียนแบบโปรแกรมนั้น สามารถที่จะกระทำได้ 3 ขั้นตอนด้วยกันคือ

2.1 การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One – to – One Testing) จะประกอบ
ไปด้วยผู้เขียนบทเรียนแบบโปรแกรมและตัวแทนของกลุ่มนักเรียนบทเรียนนี้อีก 1 คน
การทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งนี้ ถ้าให้ดีควรที่จะเลือกเด็กที่มีผลการเรียนปานกลางค่อนข้างอ่อน
มาเป็นตัวแทน ก่อนที่จะเริ่มทำการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้น ผู้เรียนบทเรียนจะต้องทำให้
ผู้เรียนมีความรู้สึกสบายใจเสียก่อน โดยจะต้องบอกให้ผู้เรียนทราบว่านี่ไม่ใช่เป็นการทดสอบ
แต่เป็นการ ช่วยครูในการแก้ไขบทเรียน และด้วยความช่วยเหลือของเขานี้แหละจะทำให้เพื่อน
นักเรียนคนอื่นได้มีโอกาสเรียนบทเรียนที่ดีๆ ซึ่งในการทดสอบบทเรียนครั้งนี้ ผู้เขียนต้องการ
ชี้แจงให้ผู้เรียนทราบว่า ผู้เขียนต้องการชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า ผู้เรียนแบบ
โปรแกรมต้องการให้ผู้เรียนช่วยกันหาจุดบกพร่องของบทเรียนซึ่งอาจออกมาในรูปของ
การเขียนข้อความที่กำกวมไม่ชัดเจนคำถามที่ถามในกรอบแต่ละกรอบนั้นไม่ดี การนำเสนอ
เนื้อหาไม่เป็นลำดับขั้นตอนหรือไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งในการทดสอบแบบนี้

สิ่งที่ผู้เขียนบทเรียนควรจะทำคือ เขียนบทเรียนโดยที่ในหน้าหนึ่งๆ ควรมี 1 กรอบและมีคำตอบอยู่ด้านหลังของกระดาษแผ่นนั้นหรืออาจจะอยู่ในตอนบนของหน้าถัดไป

2.2 การทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก (Small Group Test) ภายหลังจากที่ได้นำบทเรียนแบบโปรแกรมไปทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง และได้ทำการแก้ไขปรับปรุงใหม่แล้ว ก็จะนำบทเรียนแบบโปรแกรมไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็กๆ กระบวนการของการทดลองแบบกลุ่มเล็กจะต่างจากการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ตรงขณะที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่นั้นจะไม่มี การติดต่อเป็นการส่วนตัวระหว่างผู้เขียนบทเรียนกับนักเรียน นักเรียนที่เลือกมาทดสอบเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลางค่อนข้างอ่อนจำนวน 4-5 คน

2.3 การทดสอบสนาม (Field Testing) การทดลองสนามเป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้นในสภาวะการณ์จริงหรือในห้องเรียนจริง โดยให้ครูผู้สอนเป็นผู้เสนอบทเรียน ซึ่งการเสนอบทเรียนจะทำเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของการสอนปกติและเนื่องจากการทดลองสนามนี้ผู้เขียนบทเรียนไม่ได้เป็นผู้นำบทเรียนไปทดลองด้วยตนเอง ดังนั้นในบทเรียนในบทเรียนจึงควรมีการอธิบายวิธีการเรียนสำหรับผู้ที่ใช้บทเรียนให้เข้าใจได้อย่างกระจ่างแจ้ง และควรให้ครูและนักเรียนทราบบทบาทของตนเองอย่างชัดเจนด้วยขั้นตอนในการทดสอบแบบสนามจะคล้ายกับการทดสอบกลุ่มเล็กๆ โดยทั่วไป การทดสอบสนามมักจะมีส่วนที่ต้องแก้ไขน้อยมาก เพราะได้ผ่านการแก้ไขมาแล้วจากการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง และการทดสอบเป็นกลุ่มเล็ก แต่ถ้ามีสิ่งที่จะต้องทำการแก้ไขมากก็ต้องเขียนบทเรียนใหม่ แล้วดำเนินการทดสอบให้ครบทุกชั้นอีกครั้งหนึ่ง หากมีการแก้ไขเพียงเล็กน้อยอาจไม่ต้องทดสอบในสองชั้นดังกล่าวข้างต้นอีก และสามารถนำบทเรียนมาทดสอบสนามได้เลย

ประโยชน์และข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมาก พอจำแนกให้เห็นดังนี้

1. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเองและดำเนินไปตามความสามารถของตนคล้ายกับผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนกับครูแบบตัวต่อตัว
2. ช่วยให้ครูทำงานน้อยลงโดยเฉพาะเกี่ยวกับการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ครูจะได้มีเวลาเตรียมบทเรียนอื่นที่ยังยากลึกซึ่งก้าวหน้าต่อไป
3. ผู้เรียนตอบผิดก็ไม่มีผู้เยาะเย้ย เพราะไม่มีใครเห็น เมื่อผิดก็สามารถแก้ความเข้าใจผิดของตนได้ทันที
4. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. เป็นการแก้วิธีการศึกษาในปัจจุบันที่นิยมทำงานเป็นกลุ่มและสนใจเนื้อหาวิชาน้อยไป

6. แก้ปัญหาการขาดแคลนครู เพราะครูคนเดียวสามารถคูนนักเรียนได้จามบทเรียนโปรแกรมได้คราวละหลายสิบคน

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือทบทวนได้ด้วยตนเอง

8. ผู้เรียนที่ขาดเรียนก็มีโอกาสช่วยตนเองให้ตามผู้อื่นทันได้

9. ครูมีโอกาสให้ความสนใจดูแลผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้มากขึ้น

ข้อจำกัดของบทเรียนแบบโปรแกรม

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2546, หน้า 172-173) ได้กล่าวว่าบทเรียนโปรแกรมมีข้อจำกัดต่อการเรียนการสอนอยู่บ้าง พอจะจำแนกให้เห็นได้ดังนี้

1. บทเรียนแบบโปรแกรมเหมาะสำหรับเนื้อหาที่เป็นความจริงหรือความรู้พื้นฐานมากกว่าเนื้อหาที่ต้องการความคิดเห็นและความคิดริเริ่มหรือมีความลึกซึ้งมาก ๆ

2. มีส่วนทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะผู้เรียนจะเขียนเฉพาะคำตอบเป็นบางคำเท่านั้น

3. ผู้เรียนขาดสังคมติดต่อซึ่งกันและกัน

4. ภาษาที่ใช้อาจเป็นปัญหา สำหรับบางท้องถิ่น

5. มีส่วนทำให้เด็กที่เรียนเก่งเบื่อหน่าย โดยเฉพาะบทเรียน โปรแกรมแบบเชิงเส้น ในขณะที่บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาเขียนให้ดื้อก่อนข้างยาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศศิธร สายคำ (2542) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนแบบโปรแกรมคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำในโรงเรียนปรินส์รอยแยลล์วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่าบทเรียนโปรแกรมทั้ง 3 เล่มเล่มที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 89.93 เล่มที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 90.12 เล่มที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 89.83 และได้คะแนนรวมทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 89.96 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน-หลังเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมคณิตศาสตร์เรื่องการหารเศษส่วนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมมีความรู้ และความเข้าใจสูงขึ้น

อังคณา ปรีชานันท์ (2544) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างบทเรียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาทักษะการใช้พจนานุกรมภาษา English-Thai ในสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่าบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 92.82/84.51 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 นักเรียนที่มีระดับความรู้มาก ปานกลาง น้อย มีผลการพัฒนาทักษะการใช้พจนานุกรมภาษา English – Thai ในระยะหลังทดลองสูงกว่าระยะก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีเจตคติโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง

ศราวุฒิ มาตสุต (2545) ได้สร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง มุม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลไม่ต่ำกว่า 0.50 พบว่า บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง จำนวน 31 กรอบ 21 หน้า เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินบทเรียนโปรแกรมประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งเป็นชุดเดียว แบบทดสอบเป็นปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และได้ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.67 ในการวิเคราะห์เกณฑ์มาตรฐานได้เกณฑ์เท่ากับ 85.4/86.67 และค่าดัชนีประสิทธิผล E.I เท่ากับ 0.74

กมลรัตน์ สกุลณี (2546) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่อง พืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมศึกษาพบว่า บทเรียนแบบโปรแกรมมีประสิทธิภาพ 87.56/88.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความเห็นต่อบทเรียนแบบโปรแกรมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

ชนาลักษณ์ พรหมพิจารณ์ (2552) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม เรื่องเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 เล่ม มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 93.41/84.54 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ หลังการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 93.26