



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายและลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรม

คำว่า "บทเรียนแบบโปรแกรม" นั้นได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายอย่างด้วยกัน ซึ่งพอจะสรุปอย่างสั้น ๆ ได้ดังนี้

บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) คือ บทเรียนที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง โดยเนื้อหาในบทเรียนจะมีลักษณะเป็นขั้นย่อย ๆ สั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะบรรจุคำอธิบายและคำถาม ต่อเนื่องกันไปตามลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก คำถามอาจเป็นชนิดให้สร้างคำตอบเอง หรือชนิดให้เลือกตอบ และจะมีคำตอบเฉลยไว้ทุกกรอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบกับคำตอบของตนทันที เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน

บทเรียนแบบโปรแกรมมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษแตกต่างกันมากมาย เช่น Programmed Learning, Programmed Instruction, Teaching Machines, Automated Teaching, Education Machines, Auto - Instructional Devices, Automatic Learning, Self - Teaching Materials หรือ Self - Instructional Techniques¹

1

Robert Murray Thomas and Sherwin G. Swartout, Integrated Teaching Materials, (New York : David Mckay, 1963), P. 513.

เอ็ดเวิร์ด บี ฟราย (Edward B. Fry) โค้สรูปลักษณะของบทเรียนแบบ
โปรแกรมไวคิงนี้²

1. เนื้อหาวิชาที่แบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ กรอบเหล่านี้มีขนาด
แตกต่างกันไปคงแต่หนึ่งประโยคถึงหนึ่งย่อหน้า
2. ในแต่ละกรอบจะบรรจุคำอธิบายและคำถามเพื่อให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง
(Response) อาจเป็นการตอบคำถามหรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ให้ผู้เรียนแต่ละคนได้
มีส่วนร่วมในการเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหา การตอบสนองของผู้เรียนจะเป็น
เครื่องชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากน้อยเพียงใด
3. ผู้เรียนทราบผลทันทีว่า การตอบสนองของตนนั้น ถูกหรือผิด การได้ทราบผล
ทันทีจัดว่าเป็นการเสริมแรง (Immediately Reinforcement) ถ้าคำตอบถูกต้องจะทำให้
ผู้เรียนเกิดความพอใจและเป็นการขยันใฝ่หยากรอบต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้ทราบว่าผิด
อย่างไร และจะตอบใดถูกต้องอย่างไร
4. กรอบต่าง ๆ จะคงเรียงลำดับจากชั้นหนึ่ง ไปยังอีกชั้นหนึ่ง จนถึงจุดหมายที่
ต้องการ และคงมีลักษณะต่อเนื่องกัน
5. จะต้องมีวัตถุประสงค์ในการสอน เพื่อการประเมินผลจะได้ถูกต้อง
6. มีการปรับปรุงบทเรียน โดยยึดการตอบสนองของผู้เรียนเป็นหลัก ถ้า
ผู้เรียนตอบผิดมาก แสดงว่า บทเรียนนี้อาจสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ จะคงมีการปรับปรุง
7. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง

2

Edward B. Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction: an Introduction, (New York : McGraw-Hill Book Company, 1963), pp.2-3.

2

ประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรม ถ้ายึดเอาวิธีการเสนอเนื้อหาแก่นักเรียนเป็นหลัก จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องสอน (Teaching Machine)
2. แบบเรียนสำเร็จรูป (Programmed Textbook)

ถ้าแบ่งประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรมโดยยึดเอาเทคนิคการเขียนและการลำดับเนื้อหาวิชาเป็นหลัก จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)
2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program)

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง

รูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง มีดังนี้



บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบซึ่งบรรจุเนื้อหาที่ย่อยแล้วจากง่ายไปยาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มเรียนตั้งแต่กรอบแรกไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ สิ่งที่เรียนจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานในการเรียนกรอบต่อไป วิธีการเขียนบทเรียนชนิดนี้มักจะให้ผู้เรียนตอบคำถามในบทเรียนโดยคิดหา คำ, วลี, จำนวนหรือสัญลักษณ์มาเติมในช่องว่างที่เว้นไว้ในแต่ละกรอบ ดังนั้นบทเรียนชนิดนี้บางทีก็เรียกกันว่า เป็นบทเรียนชนิดให้สร้างคำตอบเอง (Constructed Response Type)

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงนี้ พัฒนามาจากผลงานของ บี. เอฟ. สกินเนอร์ (B.F. Skinner) และผู้ร่วมงานเช่น เจมส์ ฮอลแลนด์ (James Holland)

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงอาจสรุปได้ดังนี้³

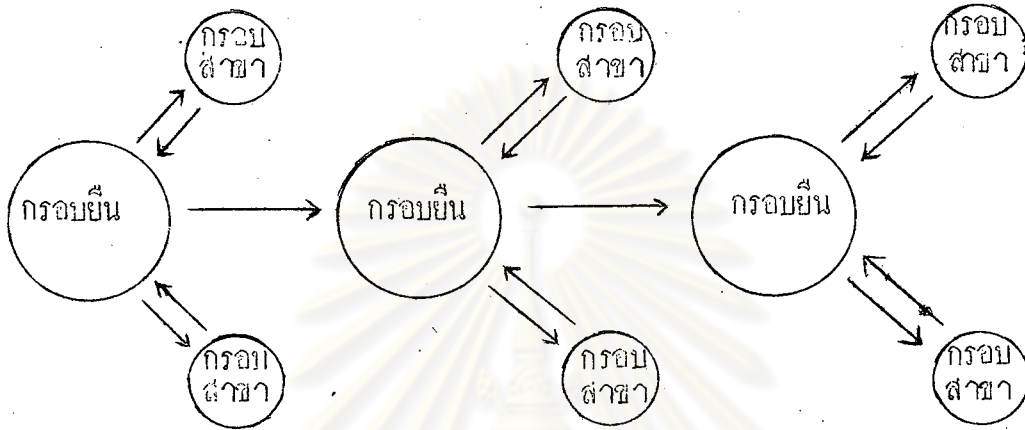
1. ประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ เรียกว่า กรอบ ซึ่งในกรอบหนึ่ง ๆ จะมีความคิด หรือ ตัวอย่าง หรือกฎเพียงข้อเดียว
2. ท่องการให้ผู้เรียนตอบสนองโดยการเขียนคำตอบลงในแต่ละกรอบ เพื่อจะให้นำคำตอบเหล่านั้นมาวิเคราะห์ปรับปรุงบทเรียนควย คำตอบของผู้เรียนเป็นแบบสร้างคำตอบขึ้นมาเอง
3. ในกรอบหนึ่ง ๆ ควรมีการตอบสนองเพียงครั้งเดียว
4. ในกรอบแรก ๆ จะมีการชี้แนะ และนำทาง เพื่อลดการตอบผิด สำหรับอัตราการตอบผิดในบทเรียนหนึ่ง ๆ ตามปกติจะน้อยกว่า 5 %
5. มีคำตอบเฉลยให้ทันทีในแต่ละกรอบ
6. ผู้เรียนทุกคนจะต้อง เรียนเนื้อหาวิชาที่เรียงตามลำดับกรอบแบบเดียวกันไปตลอด
7. ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนแตกต่างกันไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³V. Krishnamurthy, "Styles in Programming" A Handbook of Programmed Learning, Indian Association For Programmed Learning Baroda - 2 (Gandhi - Anand, Gujarat State, India : Anand Press, n.d.), P. 40.

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา

รูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา มีดังนี้



บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบหลัก ซึ่งผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนกรอบเหล่านี้ เรียกว่า "กรอบยี่น" (Home pages) หมายถึง กรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน แต่ละกรอบตามผู้เรียนตอบถูกต้องของหมกก็จะเรียนตามกรอบยี่นไปตลอด ในแต่ละกรอบยี่นจะบรรจุเนื้อหาที่เป็นหลักของเรื่องที่สอนอย่างสั้น ๆ ประมาณหนึ่งถึงสองย่อหน้า แล้วทอควยคำถามใหญ่ผู้เรียนตอบ ลักษณะของคำถามเป็นแบบให้เลือกคำตอบมี 3 คำเลือก (หรือมากกว่าก็ได้) ในแต่ละคำเลือกจะบอกหนากำกับไว้ใหญ่เรียนพลิกไป เมื่อผู้เรียนเลือกคำตอบ ในกรอบยี่นแต่ละกรอบจะมีกรอบสาขา (Branch) 2 กรอบ (สำหรับคำถามชนิด 3 คำเลือก) ไว้สำหรับผู้เรียนที่เลือกคำตอบไม่ถูก กรอบสาขาเหล่านี้จะแนะนำหรืออธิบายเพิ่มเติมแล้วจึงให้ผู้เรียนกลับไปกรอบยี่นอีกครั้ง

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขานี้ พัฒนามาจากผลงานของ กราวเคอร์ (Norman A. Crowder) เขาไม่เห็นด้วยกับหลักของสกินเนอร์ที่ว่าบทเรียนจะต้องให้ผู้เรียนตอบสนองโดยถูกต้องมากที่สุด จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ กราวเคอร์เชื่อว่าคำตอบของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก จะบอกให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้หรือไม่มีความรู้ในเรื่องใดมาก่อน การเรียนในขั้นต่อไปจะขึ้นอยู่กับคำตอบของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะเรียน

เนื้อหาต่อไป ถ้าตอบผิดผู้เรียนจะตองได้รับการแก้ไข และได้รับการสอนซ่อมเสริมซึ่งก็
 เหมือนกับการได้รับการสอนพิเศษเพิ่มเติม⁴

วี คริสนาเมอร์ตี (V. Krishnamurthy) โศสรูปลักษณะของบทเรียนแบบ
 โปรแกรมชนิดสาขา ไว้ดังนี้⁵

1. กรอบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาจะใหญ่กว่ากรอบของบทเรียนแบบ
 โปรแกรมชนิดเส้นตรง ในกรอบหนึ่ง ๆ จะบรรจุความคิด 2 - 3 ความคิด
2. มีคำถามเพียงคำถามเดียวในแต่ละกรอบ ส่วนมากจะอยู่ตอนท้ายสุดของกรอบ
3. ในการตอบคำถามนั้น ผู้เรียนต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่ให้ได้
 ในกรอบ และพยายามเข้าใจสิ่งที่ผู้เขียนละไว้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูก
4. บทเรียนชนิดนี้ไม่พยายามที่จะลดการตอบผิดของผู้เรียน เพราะคำตอบผิดของผู้
 ผู้เรียนจะถูกนำไปอธิบายและสอนซ่อมเสริมให้
5. บทเรียนชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทเลือกตอบ ซึ่งตรงข้ามกับชนิดเส้นตรง
 ที่ให้สร้างคำตอบขึ้นเอง
6. จากคำตอบของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนจะมีลำดับในการเรียนที่ต่างกัน ถ้า
 ตอบถูกก็จะก้าวไปสู่โมทัศน์ (Concept) ใหม่ต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริม

⁴ Robert Murray Thomas and Sherwin G. Swartout, op. cit.,
 p. 516.

⁵ V. Krishnamurthy, op. cit., pp. 44 - 45.



จิตวิทยาที่ใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ต้องอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ นักจิตวิทยาที่มีบทบาทสำคัญต่อการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ บี.เอฟ. สกินเนอร์ ทฤษฎีของสกินเนอร์ ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม มีดังนี้⁶

1. เงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Conditioning) พฤติกรรมที่สำคัญที่สุดของมนุษย์นั้นประกอบด้วยการตอบสนองต่าง ๆ ที่แสดงออกไป การตอบสนองเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นส่วนความรู้และทักษะพื้นฐาน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนอัตราการตอบสนอง การเปลี่ยนแปลงนี้ทำได้โดยการเสริมแรง หรือการเสริมแรง เงื่อนไขการตอบสนองที่นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรมมี 3 แบบคือ

1.1 การตอบสนองควบคุมหรือการตอบสนองที่มีเงื่อนไข (Controlled Operant Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ $S_1 R S_2$ เมื่อ S_1 เป็นสิ่งเร้า คือกรอบของบทเรียน R เป็นการตอบสนองของผู้เรียน ซึ่งอาจจะถูกหรือผิด การตอบสนองของผู้เรียนจะขึ้นกับสิ่งเร้า S_1 เมื่อผู้เรียนตอบสนองแล้วจึงมีกรอบของบทเรียนที่ 2 คือ S_2 เสนอใหญ่เรียนต่อไป

1.2 การตอบสนองอิสระหรือการตอบสนองที่ไม่มีเงื่อนไข (Free Operant Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ $S_1 R S_2 R S_2 R S_2$ เมื่อ S_1 เป็นกรอบของบทเรียนที่ 1 เป็นสิ่งเร้า ผู้เรียนจะตอบสนองและมี S_2 เป็นกรอบของบทเรียนที่เป็นกรอบฝึกหัดหลาย ๆ กรอบ เป็นสิ่งเร้าใหญ่เรียนตอบสนองในลักษณะเดียวกัน จนเกิดเป็นการตอบสนองชนิดไม่มีเงื่อนไขขึ้น

004482

⁶ David Zeaman, "Skinner's Theory of Teaching Machine" Automatic Teaching, (New York : John Wiley & Sons, Inc., 1959), pp. 167 - 176.

1.3 การตอบสนองแบบคลาสสิก (Classical Conditioning)

การตอบสนองแบบนี้ เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ $S_1 S_2 R$ เมื่อ S_1 เป็นทริแชนเนอร์ที่ 1 โดเสนอใหญ่เรียนแล้ว จะไม่มีคำถามใหญ่เรียนตอบสนอง แต่จะมีทริแชนเนอร์ที่ 2 คือ S_2 เป็นสิ่งเร้าอีกตัวหนึ่ง แล้วจึงมีคำถามใหญ่เรียนตอบ

2. การเสริมกำลัง (Reinforcement) เมื่อผู้เรียนแสดงอาการตอบสนอง ผู้ฝึกสามารถให้สิ่งเร้าบางอย่าง ที่อาจจะเปลี่ยนอัตราการตอบสนองหรือไม่เปลี่ยนก็ได้ ถ้าเปลี่ยนอัตราการตอบสนอง เรียกสิ่งเร้าใหม่นี้ว่าตัวเสริมแรง ตัวเสริมแรงที่นำมาใช้ได้ง่ายที่สุด คือ การรู้ผล (Knowledge of Result) บทเรียนแบบโปรแกรมได้นำการรู้ผลมาเป็นตัวเสริมแรง ในคำถามแต่ละกรอบจะมีคำตอบเฉลยไว้ให้ เมื่อนักเรียนตอบสนองแล้ว เขาสามารถรู้ได้ว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด เป็นการเสริมแรงทันทีทันใด

3. การหยุดตอบสนอง (Extinction) ถ้าการตอบสนองนั้นมีการเสริมแรงแล้ว มีอัตราการตอบสนองสูง เราอาจลดอัตราการตอบสนองให้ลงมาอยู่ในระดับเดิมได้ โดยไม่เสริมแรงการตอบสนองนั้น ทั้งนี้การตอบสนองจะค่อย ๆ ลดความสำคัญลง จนกระทั่งในที่สุดจะไม่มีค่าสำคัญ ไม่มีความหมาย และไม่มีการเรียนรู้อีกต่อไป ในบทเรียนแบบโปรแกรมการตอบสนองที่ไม่ถูกต้องของผู้เรียนจะลบเลือนไป เพราะไม่ได้รับการเสริมแรง

4. การคัดรูปพฤติกรรม (Shaping) พฤติกรรมการเรียนรู้บางอย่างซับซ้อนมาก มักจะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไป และแต่ละขั้นจะไม่เกิดขึ้นเดี่ยว ๆ กรรมวิธีที่จำเป็นคือการรู้ค่าขั้นสุดท้าย และค่อย ๆ เสริมแรงทีละขั้น หากมีการเสริมแรงทันที การเรียนรู้ก็จะเกิดขึ้นได้ จากหลักจิตวิทยาอันนี้ได้นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่า กรอบ แล้วให้ผู้เรียนเรียนไปที่ละขั้น ทีละกรอบ ที่เรียงกันอยู่อย่างมีระเบียบ จนกระทั่งถึงจุดหมายที่ต้องการ

หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

เอ็ดเวิร์ด บี ฟราย ได้ให้หลักเพื่อพิจารณาในการจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรม ดังนี้⁷

1. ตัวผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียน เช่น อายุ พื้นฐานทางสังคม ความสามารถทางการเรียน ประสบการณ์เดิม ระดับการศึกษา รวมถึงความต้องการของผู้เรียนด้วย เพื่อนำมาไว้ประกอบการเขียนบทเรียน
2. ผลที่ต้องการ ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนวัตถุประสงค์ในการสอนก่อนว่าต้องการให้ผู้เรียนรู้อะไร บทเรียนจะต้องไม่สอนผู้เรียนนอกเหนือจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หรือไม่น้อยกว่าวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่นเดียวกันถ้าวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ไม่ชัดเจน ผลที่ออกมา ก็ไม่สามารถจะประเมินได้ว่าประสบผลสำเร็จเพียงใด
3. เนื้อหาวิชา เมื่อตั้งวัตถุประสงค์ในการสอนแล้ว ต่อมาจะต้องพิจารณาเนื้อหาวิชา โดยปกติควรมีการเขียนขอบเขตและโครงสร้างของเนื้อหาวิชาอย่างคร่าว ๆ ก่อน จากนั้นจึงแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อจะได้นำมาเขียนเป็นกรอบตามลำดับก่อนหลัง ระวังอย่าให้มีการกระโดดข้ามชั้น และให้พิจารณาเรื่อง เวลาในการเรียนด้วย
4. วิธีสอน วิธีการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นเพียงวิธีการสอนวิธีหนึ่งเท่านั้น ก่อนจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องใด ควรให้พิจารณาว่าวิธีสอนอื่นดีกว่าการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมหรือไม่ จะใช้บทเรียนนี้สอนให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่าง ระหว่างบุคคล หรือจะใช้บทเรียนเพื่อสอนซ่อมเสริม หรือเพื่อจุดประสงค์อย่างอื่น เหล่านี้ควรพิจารณา ก่อนสร้างบทเรียน
5. ค่าใช้จ่าย ก่อนจะสร้างบทเรียน ควรพิจารณาว่าสิ้นเปลืองมากน้อยเพียงใด การที่เสียไปคุ้มค่าหรือไม่
6. แบบของบทเรียนแบบโปรแกรม การจะสร้างบทเรียนควรพิจารณาว่าควรเลือกสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดใดจึงจะเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ตัวผู้เรียน และวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

⁷ Edward B. Fry, op.cit., pp. 38 - 41.

วิททิช และ ชุลเลอร์ (Wittich and Schuller) ให้หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมดังนี้⁸

1. แต่ละกรอบจะนำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่องอย่างชัดเจน มีคำถามหรือคำสั่งให้นักเรียนตอบสนองต่อเรื่องนั้นโดยตรง
 2. ต้องมีการแจ้งผลการตอบสนองทันทีเพื่อเป็นการเสริมแรงในกรณีที่นักเรียนตอบผิดก็ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ตัว และปรับปรุงการตอบสนองของตนจนกว่าจะถูกต้อง
 3. นักเรียนแต่ละคนสามารถจะเรียนรู้โดยควบคุมตนเองตามอัตรากำลังความสามารถเฉพาะบุคคล และเป็นอิสระจากคนอื่น ๆ
 4. บทเรียนแบบโปรแกรมต้องมีการจัดลำดับตามหลักทฤษฎีวิทยาจากง่ายไปหายาก
 5. นักเรียนต้องแสดงการตอบสนองต่อบทเรียนแบบโปรแกรมอย่างมั่นคงสม่ำเสมอ
- นอกจากนี้ สกินเนอร์ และฮอลแลนด์ได้ให้หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดให้เติมคำตอบไว้ดังนี้⁹

1. ให้การเสริมแรงทันทีที่ผู้เรียนตอบสนองทุกครั้ง
2. บทเรียนต้องเป็นแบบที่ใหญ่เรียนตอบสนองออกมาอย่างเห็นได้ชัด
3. ให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบถูกใหม่มากที่สุด เพราะการตอบผิดจะทำให้ผู้เรียนเบื่อและขาดความเชื่อมั่นในตนเอง
4. เนื้อหาวิชาแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ เรียงตามลำดับชั้น ผู้เรียนจะเรียนติดต่อกันไปเรื่อย ๆ ทีละชั้น

⁸ Walter Arna Wittich and Charles Francis Schuller, Audiovisual Materials Their Nature and Use, (Tokyo : John Weatherhill, 1968), p. 513.

⁹ Edward B. Fry, op. cit., p. 48 - 49.

5. คอบ ๆ ซักสิ่งทีหวยใหญ่เรียนเคาคำคอบได้ เพราะถาผู้เรียนเกากจะไม่เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง
6. ความคุมพฤติกรรมของผู้เรียน ทำใหญ่เรียนสนใจ จกจอยอยู่ที่การคอบสนองในบทเรียนเท่านั้น
7. การฝึกให้จำแนกอย่างชัดเจน จำเป็นต้องมีเพื่ใหญ่เรียนเกิดมโนทัศน์
8. ผู้เรียนจะคองเขียนคำคอบของตนเองในบทเรียน

เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมของดีแวนส์ โฮมมและเกลเซอร์ (Evans, Homme and Glaser) (1960)¹⁰

เป็นเทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ซึ่งอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ เช่นเดียวกับแบบของ สกินเนอร์ และฮอดแลนด์ แต่วิธีการสร้างที่ซับซ้อนมากกว่า ในการสร้างจะแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น 2 พวกคือ

1. ส่วนที่เป็นกฎเกณฑ์ของเนื้อหาที่จะเรียน (Rules to be learned)

ใช้ตัวย่อ RU_s แทน

2. ส่วนที่เป็นตัวอย่างของกฎ (Examples or illustrations) ใช้ตัวย่อ

EG_s แทน

กึ่งนั้นการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมนี้นี้จึงเรียกกันว่า "The Ruleg System" ซึ่งมีวิธีการสร้างตามลำดับขั้นดังนี้

1. วางวัตถุประสงค์เฉพาะของเนื้อหาวิชาที่จะเขียนบทเรียนให้ชัดเจน

¹⁰Edward B. Fry, op. cit., pp. 53 - 58.

2. เขียนกฎเกณฑ์ (RU_s) ที่จะทอกรเรียนเป็นข้อ ๆ และแต่ละข้อไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกัน
3. รวบรวมเนื้อหาจากแบบเรียนและหนังสือต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้สร้างกฎเกณฑ์ (RU_s) และตัวอย่าง (EG_s) ประกอบในการเขียนกรอบ
4. จัดเรียงกฎเกณฑ์ใดก็ตามลำดับความยากง่าย เพื่อวางขอบเขตของบทเรียนอย่างหยาบ ๆ เสียขั้นหนึ่งก่อน
5. สร้างตารางเมทริกซ์ของกฎ (R U Matrix) โดยสร้างเป็นตอน ๆ ตามเนื้อหา ในเนื้อหาตอนหนึ่ง ๆ อาจมีกฎเพิ่ม 2 ข้อ บางตอนกฎในตารางเมทริกซ์อาจมีถึง 4 หรือ 5 ข้อก็ได้ การสร้างตารางเมทริกซ์นี้จะช่วยให้ผู้สร้างบทเรียนวางแนวความสัมพันธ์ระหว่างกฎเกณฑ์เหล่านั้นได้อย่างดี และมีประโยชน์ต่อการจัดเรียงกรอบในบทเรียนได้ตามลำดับที่เหมาะสม

Relationship	RU 1	RU 2	RU 3
RU 1	Definition of RU 1 (1)	RU 2 related to RU 1 (4)	RU 3 related to RU 1 (7)
RU 2	RU 1 related to RU 2 (5)	Definition of RU 2 (2)	RU 3 related to RU 2 (9)
RU 3	RU 1 related to RU 3 (6)	RU 2 related to RU 3 (8)	Definition of RU 3 (3)

6. นอกจากการสร้างตารางเมทริกซ์ของกฎแล้ว ผู้เขียนยังต้องสร้างตารางเมทริกซ์ของตัวอย่างด้วย เพื่อเตรียมตัวอย่างต่าง ๆ มาประกอบกับกฎที่ใดสิ่งไว้เพื่อใช้ในการเขียนกรอบแต่ละกรอบ

7. เรียงลำดับเซลล์ (Cells) ของตารางเมตริกซ์ โดยเขียนตัวเลขกำกับในตาราง การเรียงลำดับตัวเลขนี้ต้องเรียงตามลำดับที่จะเขียนในบทเรียน โดยปกติแล้วเซลล์ในเมตริกซ์ตามแนวเส้นทะแยงมุม ซึ่งเป็นคำจำกัดความของกฎ มักจะใช้เป็นลำดับต้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจความรู้เบื้องต้นเสียก่อน

8. เมื่อทราบลำดับของหน่วยที่จะเขียนในบทเรียนแล้ว ก็เริ่มลงมือเขียนกรอบโดยใช้ตารางของกฎ และตารางของตัวอย่างประกอบการเขียน ซึ่งการเขียนกรอบของบทเรียนนี้ มีเทคนิคในการผสมผสานกฎ และตัวอย่างหลายแบบด้วยกัน ตามความเหมาะสมของหลักการสอน ซึ่งมีสัญลักษณ์แทนวิธีการเสนอเนื้อหาแบบต่าง ๆ ดังนี้

RU = กฎ

EG = ตัวอย่าง

1) RU+EG+EG

2) RU + RU

3) RU + EG

4) EG + RU

5) $\widetilde{RU}_1 + \widetilde{RU}_2$

6) $\widetilde{EG}_1 + \widetilde{EG}_2$

7) $\widetilde{\widetilde{EG}}$

\widetilde{RU} = กฎที่เขียนไว้อย่างไม่สมบูรณ์

\widetilde{EG} = ตัวอย่างที่เขียนไว้อย่างไม่สมบูรณ์

ใช้เป็นกรอบเริ่มต้นที่ดีที่สุด โดยให้ผู้เรียนทำตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์ให้ถูกต้อง

ใช้ได้ดีเมื่อต้องการให้ผู้เรียนได้สังเกตและเรียนรู้ศัพท์เฉพาะที่มีอยู่ในกฎนั้น ๆ เพราะผู้เรียนจะสังเกตกฎที่ไม่สมบูรณ์จากกฎที่ให้ไว้สมบูรณ์แล้ว

เริ่มลดตัวอย่างเพราะได้ให้ไว้เพียงพอแล้ว เป็นการทดสอบความเข้าใจของตนเองในการเรียนควย

ใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบกฎ 2 กฎ

หมายถึงตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์เลย ผู้เรียนต้องทำให้สมบูรณ์ใช้เป็นกรอบทดสอบได้

8) RU

หมายถึงกฎที่ไม่สมบูรณ์เลย ซึ่งผู้เรียนต้องทำให้สมบูรณ์
ใช้เป็นกรอบสุดท้ายเหมาะสมมาก เช่น

"กฎของนิวตัน คือ"

9) EG

หมายถึงตัวอย่างที่ให้ความหมายตรงข้ามกับตัวอย่างจริง ๆ
ในบางครั้งตัวอย่างแบบนี้ก็ใช้ได้ผลดี เช่นกัน

9. รวบรวมกรอบต่าง ๆ เพื่อจัดทำเป็นบทเรียน โดยอาศัยหลักการเรียง
ลำดับกรอบจากตัวเลขในตารางเมทริกซ์

10. นำบทเรียนที่เรียบเรียงแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียน เพื่อทดสอบความเชื่อมั่น
ในแต่ละส่วนของบทเรียน ถ้าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์แสดงว่าใช้ได้

11. นำบทเรียนมาปรับปรุงขอบกรอบโดยอาศัยข้อมูลที่ได้อจากการทดสอบผู้เรียน
เป็นเครื่องพิจารณา ขอความใดที่ทำให้ผู้เรียนเจาคำตอบได้ ไม่แก้ไขหรือตัดออก เพราะจะ
ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการเรียนรู้

12. ทดลองแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้จนกว่าจะใช้ได้ตามวัตถุประสงค์จึงจะเป็น
บทเรียนที่ทำได้

เทคนิคการสร้างบทเรียนชนิดใหญ่เรียนสร้างคำตอบเอง

บทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเองนี้ จะมีรูปแบบที่ไม่เพิ่มความ มีช่องว่างเว้น
ไว้ให้ผู้เรียนเติมคำ หรือเติมข้อความให้สมบูรณ์และถูกต้อง โดยจะไม่มีตัวเลือกของคำตอบ
ให้ผู้เรียนเลือก ผู้เรียนจะทรงแสดงความรู้ที่ตนเองมีอยู่มาตอบเอง

ลักษณะเบื้องต้นของบทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเองมีอยู่ 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเรียกว่า
กรอบกึ่งต้น และอีกส่วนหนึ่งเป็นกรอบฝึกหัด ซึ่งมีอย่างน้อยหนึ่งกรอบ แต่จะมีกี่กรอบก็ได้
แล้วแต่ความจำเป็นที่ผู้เรียนได้ฝึกหัดไปจนกระทั่งถึงขั้นความสามารถที่ต้องการ กรอบกึ่งต้น
แต่ละกรอบถ้าจะให้ดี ควรตามด้วยกรอบฝึกหัดหลาย ๆ กรอบ

ลำดับขั้นแต่ละตอนของบทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเอง อาจแบ่งได้เป็น 4 ขั้นคือ

1. กรอบตั้งต้น (set frame) เป็นกรอบที่มีข้อความรู้ใหญ่เรียนศึกษาล่วงแล้วใหญ่เรียนตอบ โดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้สำหรับจะไขคำตอบมาก่อนที่จะถึงกรอบนี้ก็ได้ แต่ผู้เรียนจะสามารถถอดความคำตอบจากข้อมูลที่อยู่ในกรอบนั้นเอง กรอบนี้จะเป็นกรอบที่สมบูรณ์โดยตัวเอง ไม่ต้องขึ้นอยู่กับข้อความรู้ที่ตามมาอีก อันนี้เป็นลักษณะของกรอบตั้งต้นโดยทั่วไป

2. กรอบฝึกหัด (practice frame) เป็นกรอบที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดสิ่งที่เขาเรียนรู้ หรือเกี่ยวกับความรู้ที่พบมาจากกรอบตั้งต้น ข้อสำคัญสำหรับกรอบฝึกหัดคือควรให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเฉพาะข้อความรู้ที่เรากำหนดให้ผู้เรียนตอบในกรอบตั้งต้นได้ถูกต้องเท่านั้น จะเห็นว่ากรอบฝึกหัดจะมีขึ้นโดยลำพังไม่ได้ ต้องขึ้นอยู่กับสิ่งที่เรียนรู้อยู่แล้วในกรอบก่อน

3. กรอบสุดท้าย (terminal frame) โดยปกติกรอบของบทเรียนจะเรียงจากง่ายไปหายาก ในกรอบสุดท้ายผู้เรียนจะได้รับการนำทางหรือการชี้แนะน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย และผู้เรียนจะต้องตอบสนองด้วยตนเอง จะเห็นว่าในกรอบสุดท้ายนี้จะมีสิ่งเร้าให้น้อยที่สุด แต่ต้องการให้ตอบสนองมาก ซึ่งตรงข้ามกับกรอบตั้งต้นซึ่งมีสิ่งเร้ามาก แต่ต้องการตอบสนองเพียงเล็กน้อย

4. กรอบรองกรอบสุดท้าย (sub-terminal frame) ในการสร้างบทเรียนแบบใหญ่เรียนตอบเองนี้ กรอบสุดท้ายจะถูกสร้างขึ้นก่อนแล้วจึงมาสร้างกรอบรองกรอบสุดท้าย กรอบรองกรอบสุดท้ายจะเป็นกรอบที่นำไปสู่กรอบสุดท้าย เป็นกรอบที่ให้ความรู้ที่จำเป็นแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ลองตอบในกรอบสุดท้ายได้ถูกต้อง กรอบรองกรอบสุดท้ายกรอบแรกจะมีข้อความรู้ส่วนหนึ่งที่จะนำไปใช้ในกรอบสุดท้าย กรอบรองกรอบสุดท้ายที่อยู่ถัด ๆ ไป ก็สะสมข้อความรู้ขึ้นไป กรอบเหล่านี้จะสร้างคำตอบ คำหวัชขอต่อหวัชขอไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งผู้เรียนบรรลุถึงขั้นความสามารถที่จะสนองตอบกรอบสุดท้ายได้อย่างถูกต้อง

เทคนิคการเขียนกรอบ

การเขียนกรอบนั้นเป็นงานด้านเทคนิคที่ยากและต้องใช้เวลามาก บุคคลที่เคยมีประสบการณ์ในการเขียนกรอบมาก่อน จะมีความเห็นพ้องกันว่า ขั้นตอนที่ยากมากที่สุดคือในขั้นตอนการพิมพ์ก็คือ การลงมือเขียนกรอบนี้เอง¹¹

กรอบของบทเรียนแบบโปรแกรมควรมีลักษณะดังนี้¹²

1. ในกรอบหนึ่ง ๆ จะมีเนื้อหาวิชาซึ่งแบ่งเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ ที่จะนำไปเกิดความรู้ ความเข้าใจในหน่วยย่อยที่อยู่ในกรอบถัดไป
2. เนื้อหาและคำอธิบายนั้นจะต้องดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
3. จะต้องหาทางทำให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิผลใหม่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
4. การเขียนเนื้อหาในแต่ละกรอบควรให้พากพิงไปถึงกรอบที่ผู้เรียนได้ศึกษามาก่อนแล้ว เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนแล้วไปในตัว

5. ให้ทราบคำขอบที่ถูกต้องทันทีเพื่อเป็นการเสริมแรง

เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละกรอบ ต้องเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักภาษาและการใช้ภาษา หากจะต้องใช้คำศัพท์ ควรเป็นคำศัพท์ที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน เนื้อเรื่องจะต้องถูกต้องตามหลักวิชา และมีความต่อเนื่องในแต่ละกรอบ

กรอบบางกรอบอาจไม่ต้องการคำขอบ เช่น การแนะนำบทเรียน หรือวิธีทำบทเรียน หรืออธิบายเนื้อหาที่จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบต่อไป โดยยังไม่ต้องการคำขอบก็ได้

¹¹ O.S. Dewal, "On Writing Frames," A Handbook of Programmed Learning, Indian Association for Programmed Learning Baroda-2 (Gamdi - Anand, Gujarat State, India : Anand Press, n.d.), p. 29.

¹² C.A. Thomas, "The Writing of Frame," Programmed Learning in Perspective, (New York : David McKay, 1963), p. 66.

กีแวล (O.S. Dewal) ให้เทคนิคการเขียนกรอบไว้ดังต่อไปนี้¹³ แต่ละกรอบโดยปกติ จะแบ่งเป็น 3 ตอนคือ

1. ตอนที่เป็่สิ่งเร้า
2. ตอนที่เป็่การตอบสนอง
3. ตอนยืนยันคำตอบซึ่ง เรียกกันว่าตอนเฉลยคำตอบที่ถูกของ

กรอบบางกรอบอาจจะเสนอเคล็่งเร้า โดยไม่ต้องมีการการตอบสนอง การเสนอ สิ่งเร้าเป็นจุดสำคัญของการเขียนบทเรียน ถ้าสิ่งเร้าถูกเสนออย่าง เหมาะสมก็จะสร้างพฤติกรรม ที่ต้องการได้ การเสนอสิ่งเร้าอย่างคลุมเครือจะสร้าง คำตอบสนองที่คลุมเครือด้วย

กีแวล ได้เสนอขอควรระวังในการเขียนกรอบไว้ดังนี้

ขอควรระวังสำหรับการเสนอสิ่งเร้า

1. อย่าชี้แนะหรือนำทางผู้เรียนมากเกินไป ต้องระลึกไว้ว่าการชี้แนะนำทางมากเกินไปจะมีข้อเสียมกเท่า ๆ กับการชี้แนะนำทางที่น้อยเกินไป
2. อย่าใส่ข้อความที่ไม่จำเป็นหรือกำพุกที่วากน
3. อย่าใช้คำศัพท์ซึ่งผู้เรียนไม่รู่มาก่อน ถ้าจะใช่จะต้องสอนคำนั้นเสียก่อน แล้วจึงนำมาใช้

ขอควรระวังสำหรับตอนที่เป็่การตอบสนอง

1. พิจารณาว่าคำตอบสนองที่ตองการตอง ไม่เป็่สิ่ง ไรสาระหรือไม่อยู่ในประเด็น
2. ควบคุมคำตอบสนองให้อยู่ในวงจำกัด อย่าให้มีคำตอบไ้หลายคำตอง คำตอบสนองที่ขาดการควบคุม อาจแก้ไขได้โดยการให้สิ่งเร้าที่ เหมาะสม

¹³ O.S. Dewal, op. cit., pp. 32 - 38.

3. คำตอบสนองนั้นผู้เรียนจะตอบใดก็ต่อเมื่อเกิดความเข้าใจที่แท้จริงแล้ว คำตอบที่ใดโดยไม่ตองคิดจะไม่เกิดการเรียนรู้เลย

4. พิจารณาวามีคำตอบที่ประหยัดหรือไม่ แทนที่จะให้เขียนอย่างเต็มความ ควรให้เขียนบันทึกในรูปสัญลักษณ์แทน

ขอควรระวังในการเฉลยคำตอบ

1. พิจารณาวาคำตอบที่ถูกตองใดกำหนดให้ไว้แล้วในที่ ๆ เหมาะสม
2. ถ้าตองการคำตอบที่มากกว่า 1 คำตอบ และลำดับของคำตอบไม่เป็นสิ่งสำคัญ ให้บอกผู้เรียนว่า เขาสามารถบันทึกคำตอบลำดับอย่างไรก็ได้
3. ถ้าผู้เรียนให้คำตอบสนองที่มีความหมายใกล้เคียง กับคำตอบที่เฉลยไว้ควรบอกให้เขาทราบว่าคำตอบของเขาเป็นที่ยอมรับด้วย

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทย

การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับการสร้างบทเรียน การหาประสิทธิภาพของบทเรียน และการทดลองสอนเปรียบเทียบระหว่างบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติในชั้นเรียน ซึ่งเกี่ยวข้องกับนักเรียนทั้งในระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษา ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาซึ่งมีดังนี้

ในปี พ.ศ. 2507 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการได้วิจัยเรื่อง "ประสิทธิภาพของการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสอนนักเรียนไทย" โดยการหาประสิทธิภาพของบทเรียนวิชาพีชคณิตเบื้องต้น กรมวิชาการร่วมกับครุคณิตศาสตร์ จากโรงเรียนมัธยมจำนวนหนึ่ง ช่วยกันสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นฉนวนกระดาษใช้กับเครื่องสอนอย่างง่าย ๆ และทดลองใช้ครั้งแรกเมื่อต้นปีการศึกษา 2507 กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งของโรงเรียนบางแพะ

ในจังหวัดพระนคร-ธนบุรี แล้วนำผลการทดลองที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขบทเรียน และจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม แจกจ่ายไปทดลองตามโรงเรียนต่าง ๆ จากนั้นก็นำผลการทดลองที่ได้มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้ดีขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตเบื้องต้น สอนนักเรียนไทยที่มีสติปัญญาปานกลาง ไฉฉลาดและถนัดหากครูช่วยเหลือแนะนำบ้างแล้ว บทเรียนเล่มนี้ก็สามารถใช้ประกอบการสอนของครูได้¹⁴

ในปี พ.ศ. 2514 พลรัตน์ ลักษณะียนาวิน ได้วิจัยเรื่อง "การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป" ผู้วิจัยได้นำบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตที่ผลิตโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร พีชคณิต บทเรียนมี 259 กรอบ ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โรงเรียนวัดธาตุทอง และโรงเรียนวชิรธรรมสาธิต โรงเรียนละ 60 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มแรกให้เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม โดยมีครูคอยช่วยเหลือเป็นรายบุคคล กลุ่มที่สองให้เรียนจากครูโดยใช้บทเรียนรวมตามประกอบ ใช้เวลาเรียน 5 ชั่วโมงเท่ากัน ผลการทดลองปรากฏว่า การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมได้ผลดีกว่าการสอนแบบธรรมดา¹⁵

ปี พ.ศ. 2518 จิตรา โสภาสติพิการ ได้วิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "เมทริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90 / 90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนวิสุทธิรังษี จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 100 คน

¹⁴ กระทรวงศึกษาธิการ, บทคัดย่องานวิจัยทางการศึกษา (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2513), หน้า 50 - 51.

¹⁵ พลรัตน์ ลักษณะียนาวิน, "การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514) (อค์สำเนา.)

ผลปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 96.52 / 84.64 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่ปรากฏว่า คะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แสดงว่า โดยเฉลี่ยแล้วบทเรียนแบบโปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง¹⁶

ปรีปรี งามแจ่ม ไคว้จัยเรื่อง "การทดลอง เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น แล้วนำบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติในชั้นเรียน โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนวัดสระเกษ กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่ม ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05¹⁷

วาณี ศิริวิพิศาล ไคว้จัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" สำหรับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย

¹⁶ จิตรา โภกาสหิพากร, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "เมตริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518) (อัคราเนา.)

¹⁷ ปรีปรี งามแจ่ม, "การทดลอง เปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518) (อัคราเนา.)

เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90 / 90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โรงเรียนสหพณิชย กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เป็น 95.74 / 88.68 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่พึงไว้ แต่จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบ ก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้แล้ว ปรากฏว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่า บทเรียนแบบโปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพ พอที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น¹⁸

วิภา ศิริเสวีวรรณ ไขว้ใจเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น (Probability) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่อง ความน่าจะเป็นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม แล้วนำบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ไปทดลอง สอนเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับ ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียน จากวิธีสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน¹⁹

¹⁸ วาณี ศรีศิริพิศาล, "การสร้างบทเรียน แบบโปรแกรม เรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม " (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518) (อัครสำเนา.)

¹⁹ วิภา ศิริเสวีวรรณ, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น (Probability) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยใช้บทเรียนแบบ โปรแกรม กับการสอนปกติ" (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518) (อัครสำเนา.)

สุลัดดา ไชยมุข ไคว้จ๊ัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง บทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 95.58 / 88.48 ซึ่งค่าความมาตรฐานค้หลังที่ค้ังไว้ แต่อย่างไรก็ตามบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ มี ประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ ไคว้จ๊ัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่อง เซต ในระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง แล้วนำไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2517 โรงเรียน กบินทร์วิทยา อำเภอ กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 70 คน ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบ โปรแกรม และนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .05

20
 สุลัดดา ไชยมุข, "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ความสัมพันธ์ และ ฟังก์ชัน" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง " (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518) (อค์สำเนา)

21
 สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ, "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซตในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับการสอนปกติ" (ปริญญาโททางการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518) (อค์สำเนา.)

การวิจัยเกี่ยวกับทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ

ในต่างประเทศมีการวิจัยเกี่ยวกับทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เป็นจำนวนมาก และได้มีการวิจัยเรื่อย ๆ มาจนถึงปัจจุบัน สำหรับในที่นี้ ผู้วิจัยจะขอกล่าวเฉพาะการวิจัยที่น่าสนใจและตีพิมพ์ระหว่าง ค.ศ. 1970 - ค.ศ. 1975 ซึ่งแยกเป็นหัวข้อต่อไปนี้

1. การวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการสอนทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

มอนเตมูโร (Montemuro) ได้ทดลองเปรียบเทียบวิธีสอน 3 วิธี โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "Latin Square Design" วิธีการสอน 3 วิธีที่กล่าวนี้ มีดังนี้

1. โดยใช้ทเรียนแบบโปรแกรม
2. โดยใช้ Audio - Projected.
3. โดยการบรรยายตามปกติ

ผลปรากฏว่า การสอนโดยใช้ทเรียนแบบโปรแกรมประหยัดเวลามากที่สุด และนักเรียนชอบเรียนจากทเรียนแบบโปรแกรมมากที่สุด แต่การสอนทั้งสามแบบก็ไม่สามารถเปลี่ยนเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้²²

วิลเลียมส์ (Williams) ได้ทดลองเปรียบเทียบวิธีสอน 3 แบบโดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ตามวิธีสอนดังนี้

- กลุ่มที่ 1 สอนแบบธรรมดา ครอบงำบรรยาย สาธิต อภิปราย ซักถาม และทำงานในห้องเรียน
- กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้ทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นแบบเรียน

²² Michael Paul Montemuro, "A Comparative Analysis of Three Modes of Instruction Programmed Text, Audio-Projected Program and Lecture - Demonstration," Dissertation Abstracts, XXXI (June, 1971), 6312-A.

กลุ่มที่ 3 สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็น สไลด์ วิชาที่ขีดคดอง เป็นวิชาคณิตศาสตร์ธุรกิจ. ในการสอนทุกกลุ่มใช้ครูคนเดียวกัน ใช้เวลา เท่ากันและทำงานเท่ากัน ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็น แบบเรียน และกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นสไลด์ ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ เรียนแบบธรรมดา และกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นสไลด์ได้คะแนนสูงกว่า กลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นแบบเรียน²³

เกอร์เบอร์ (Gerber) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการสอนเรื่องการสรุปหาพิง เชิงตรรกวิทยา (Logical Inferences) โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ที่มีข้อความ สามารถในการเรียน การเขียนพิสูจน์ (Proof writing) เขาก็จะองค์ประกอบ 3 อย่างคือ

1. การสรุปหาพิง เชิงตรรกวิทยาจะสอนได้ดีโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม หรือสอนตามปกติในชั้นเรียน

2. นักเรียนที่มีความสามารถสูงและมีความสามารถต่ำ กลุ่มไหนเรียนได้ดีกว่ากัน

3. การใช้เรขาคณิตและพีชคณิตเป็นตัวอย่างในบทเรียนแบบโปรแกรม กับ การใช้ตัวอย่าง เป็นเรขาคณิต และตัวอย่างอื่นที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ในบทเรียนแบบโปรแกรม อย่างไม่ไหนจะได้ผลดีกว่ากัน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนในวิทยาลัย จำนวน 101 คน ผลปรากฏว่า

1. นักเรียนที่เรียนการสรุปหาพิงเชิงตรรกวิทยาโดยใช้ บทเรียนแบบโปรแกรม สามารถเรียน การเขียน พิสูจน์ ได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติในชั้นเรียน แต่ทั้งสอง กลุ่ม ก็สามารถเรียน การเขียนพิสูจน์ได้เช่นกัน

²³ Harold Henry Williams, "An Experiment in Programmed Instruction," Dissertation Abstracts, XXXIII (December, 1972), 2700-A.

2. กลุ่มที่มีความสามารถสูงและต่ำ สามารถเรียน การเขียนพิสูจน์ได้สูงขึ้น ทั้งสองกลุ่ม หลังจากที่ได้เรียนการสรุปภาคฟังก์ชันเชิงตรรกวิทยาแล้ว

3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งมีตัวอย่าง เป็นเรขาคณิต และพีชคณิต กับ กลุ่มที่เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งมีตัวอย่าง เป็นเรขาคณิต และตัวอย่างอื่น ที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ จะมีผลการเรียนการเขียนพิสูจน์ไม่แตกต่างกัน²⁴

2. การวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อน
ไวท์ (White) ได้วิจัย การใช้บทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อปรับปรุงการสอน คณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย โดยทดลองกับนักเรียน ซึ่งพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์อ่อนมาตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษา วิธีการทดลองใช้การเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม กับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม ทำคะแนนในเรื่องการคำนวณที่สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ แต่ในการแก้ปัญหาโจทย์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน²⁵

วีเบอร์ (Weber) ได้ทดลองสอนคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัยกับนักเรียนที่จะต้องเรียน ซอนไมวิชานั้น โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ทั้งสองกลุ่มจะใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเป็น อุปกรณ์การสอน แต่ละกลุ่มหนึ่งจะได้รับการสอนเป็นรายบุคคลจากครู และอีกกลุ่มหนึ่งได้รับการบรรยาย อภิปราย ผลปรากฏว่า ผลการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และ

²⁴ Homer C. Gerber, "An Investigation of the Effects of Programmed Instruction in Logical Inferences upon College Students' Ability to Learn Proof Writing," Dissertation Abstracts, XXXIV (February, 1974), 4908-A - 4909-A.

²⁵ Charles Colven White, "The Use of Programmed Text for Remedial Mathematics Instruction in College," Dissertation Abstracts, XXX (February, 1970), 3373-A.

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนหญิง และนักเรียนชายก็ไม่แตกต่างกัน²⁶

3. การวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ชูลล์ (Shull) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงกับชนิดสาขา และเปรียบเทียบว่าชนิดไหนมีการส่งวนความจำ (Retention) มากกว่ากัน โดยทดสอบหลังจากเรียนบทเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า จากการสอบหลังจากเรียนบทเรียนเสร็จใหม่ ๆ นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาทำคะแนนได้สูงกว่า และผลจากการสอบโดยเว้นระยะ 2 สัปดาห์ ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ²⁷

เลนจ์ (Lange) ได้ศึกษาถึงผลของการชี้แนะในบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม แบบสร้างคำตอบ 100 ชนิด ที่ไม่มีการชี้แนะเลย
- กลุ่มที่ 2 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม แบบสร้างคำตอบเองที่มีการชี้แนะ 20 %
- กลุ่มที่ 3 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม แบบสร้างคำตอบเองที่มีการชี้แนะ 40 %

26

Walter Irving Weber, "A Comparative Study of the Effectiveness of Two Methods of Instruction Utilizing Programmed Materials in a College Remedial Mathematics Course," Dissertation Abstracts, XXXI (February, 1971) 3911-A.

27

Howard Isaac Shull, "A Comparison of Learning and Retention of Information Learned Through the Use of Small Step (Linear) Programmed Instruction and Large Step (Branching) Programmed Instruction," Dissertation Abstracts, XXX (June, 1970), 5266-A.

ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ไม่มีการชี้แนะ และที่มีการชี้แนะ 40 % มีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่มีการชี้แนะ 20 % โค้ชแนะนำค่าสุก เดนจ์ ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ในการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมแบบที่ให้นักเรียนสร้างคำตอบเอง ควรหลีกเลี่ยงการเขียนที่มีการชี้แนะเพียงเล็กน้อย เพราะจะไม่ไ้ผลเท่าที่ควร²⁸

โทเบียส (Tobias) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการเรียงลำดับเนื้อหาในบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งเรียงลำดับเนื้อหาสลับขั้ไปมา กลุ่มหลังเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งเรียงลำดับเนื้อหาอย่างสมเหตุสมผล บทเรียนแบบโปรแกรมมี 2 ชุด คือ ชุดแรกเป็นเนื้อหาที่นักเรียนคุ้นเคยมาก่อน ชุดที่ 2 เป็นเนื้อหาใหม่สำหรับนักเรียน ผลปรากฏว่า สำหรับบทเรียนที่นักเรียนไม่คุ้นเคยการเรียงลำดับเนื้อหาจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และสัมฤทธิ์ผลของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับบทเรียนที่นักเรียนคุ้นเคยมาก่อน การเรียงลำดับเนื้อหาไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน²⁹

4. การวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเรียน โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม

เนลสัน (Nelson) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นรายบุคคลและการเรียนเป็นคู่ โดยใช้เนื้อหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนฝึกหัดครู จำนวน 129 คน โดยแบ่งเรียนเป็นรายบุคคล 45 คน และเรียนเป็นคู่ 42 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของคะแนนทดสอบก่อนเรียน ทดสอบย่อย และทดสอบหลังเรียน ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเวลาที่ใช้ในการเรียนบทเรียน

28

Robert Raymond Lange, "A Study of the Effects of Backward Prompting in Programmed Instruction," Dissertation Abstracts, XXX (February, 1970), 3194-A - 3195-A.

29

Sigmund Tobias, "The Effect Sequence and Familiarity with Subject Matter in Achievement from Programmed Instruction," A.V. Communication Review, XX (Fall, 1972), 346.

ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบโดยทั่วไปแล้ว การเรียนเป็นคู่จะได้ผลดีกว่าการเรียนเป็นรายบุคคล เป็นที่น่าพอใจประโยชน์ของเครื่องมือในการเรียนไ้มากกว่า นอกจากนี้การเรียนโดยบทเรียนแบบโปรแกรมให้นักเรียนส่วนมากมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเป็นคู่มากกว่าการเรียนเป็นรายบุคคล³⁰



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

30

Marvin Nelson, "Individual and Paired Learning of Selected Mathematical Concepts Presented by Programmed Instruction to Pre-Service Teachers," Dissertation Abstracts, XXXVI (August, 1975), 834A - 835-A.