หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณคดีและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรม

ขณะนี้ครูและผู้อยู่ในวงการศึกษา จะได้ยินเรื่องของบทเรียนแบบโปรแกรมอยู่เสมอ แต่คนส่วนใหญ่ก็รู้แต่ว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นเครื่องมือที่ใช้ช่วยให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเอง แต่ก็ยังไม่เข้าใจความหมายที่ลึกซึ้ง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ค้นหาความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรมตามที่ผู้รู้หลาย ๆ ท่านได้เขียนไว้มาลงในที่นี้

ดร. เปรื่อง กุมุท[1] ได้กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรม คือ เครื่องมือทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนคนหนึ่งรับรู้ประสบการณ์ที่จัดไว้เป็นอนุกรมไปตามลำดับขั้น ตามที่ผู้จัดทำบทเรียนเชื่อว่า จะทำให้นักเรียนไปสู่ขีดความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้น

ดร. ประทีป สยามชัย[2] ได้กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรม คือ บทเรียนที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรง นักเรียนอ่านคำอธิบายวิธีเรียนแล้วก็สามารถเรียนบทเรียนได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องพึ่งครูเลยหรือพึ่งครูบ้างก็น้อยที่สุด

---

[1] เปรื่อง กุมุท " การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป " คู่มือการเรียนวิชา Multi-media Approach for Programmed Instruction ของนิสิตปริญญาโท สาขาโสตทัศนศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, หน้า 1

[2] ประทีป สยามชัย " บทเรียนสำเร็จรูป " ประชาศึกษา 18,12 (สิงหาคม 2510) ,3-10

อรพันธ์ เจริญผล และพวงน้อย สาครรัตนกุล[3] ได้กล่าวว่าบทเรียนแบบโปรแกรม คือ สิ่งที่มนุษย์เราคิดกันขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงทางการศึกษา บทเรียนแบบโปรแกรมนี้อาจจะมาในรูปของเครื่องช่วยสอน(Teaching Machine) รูปเล่มหนังสือ(Programmed Text Book) หรือหนังสือช่วยสอน(Tutor Text)

เอ็ดเวิร์ด บี. ไฟร์[4] ได้กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรม คือ โปรแกรมการสอนแบบต่างๆที่พิมพ์เป็นหนังสือ และไม่ต้องใช้กับเครื่องสอน การสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นการสอนโดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ในตอนต้นจะเป็นคำถามง่ายๆ และต่อไปจะเพิ่มความยากขึ้นเรื่อยๆ แต่ไม่ก้าวยาวเกินไปนักจนนักเรียนตามไม่ทัน นักเรียนจะเรียนได้เร็วเท่าที่สติปัญญาของเขาจะอำนวยให้

วอลเทอร์ อาร์โน วิททิช และ ชาร์ล ฟรังซิส สคูลเลอร์ (Walter Arno Wittich & Charles Francis Schuller)[5] ได้กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรม คือ ความรู้ที่จัดให้นักเรียน โดยความรู้นั้นถูกแบ่ง

---

[3]อรพันธ์ เจริญผล และพวงน้อย สาครรัตนกุล "บทเรียนสำเร็จรูปในการศึกษาพยาบาล" เอกสารทางวิชาการ เทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ ปีการศึกษา 2516,หน้า51.

[4]Edward B. Fry, Teaching Machines and Programmed Instruction (New York: McGraw-Hill Company,Inc.,1963), p.7

[5]Walter Arno Wittich and Charles Francis Schuller, Audiovisual Materials. (New York:Harper & Row,Inc.,1968), p.511

เป็นส่วนย่อยๆเรียงตามลำดับ ความรู้แต่ละส่วนย่อยจะประกอบด้วยเนื้อหาวิชา คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนตอบ และคำเฉลยของคำถาม เพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบคำตอบ และคำเฉลยนั้น

จอห์น เอ. บาร์โลว์(John A.Barlow)[6] ได้กล่าวว่า การสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมตามความหมายของสกินเนอร์(Skinner) นั้น คือ

1. เป็นการสอนบทเรียนในลักษณะเป็นขั้นย่อยๆซึ่งในแต่ละขั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กัน

2. จัดให้รางวัลหรือแรงจูงใจในทันทีทุกครั้งที่ผู้เรียนตอบถูก (Immediate Reinforcement)

3. การเรียนเป็นแบบให้ผู้เรียนตอบสนองหรือแสดงพฤติกรรมออกมาให้สังเกตได้ (Overt Response)

ไอ. เค. เดวิส(I.K. Davies)[7] ได้กล่าวว่า Programmed Instruction เป็นวิธีการเรียนที่รวมเอา Socratic Method กับ Cartesian Method เข้าไว้ด้วยกัน คือ มีลักษณะเป็นคำถามคำตอบ โดยครูเป็นผู้ป้อนคำถามให้แล้ว นักเรียนเป็นผู้ตอบ บทเรียนจะสรุปเป็นข้อความแยกย่อยละเอียดต่อไปอีก มีการใช้เหตุและผล (Logic) มาช่วยด้วย

004621

---

[6]John A. Barlow,"Programmed Instruction in Perspective Yesterday Today and Tomorrow", Prospective in Programming (New York: The Macmilland Company, 1963),p.3-5

[7]เตือนใจ ทองสำริต, "บทเรียนสำเร็จรูป" รายงานประกอบการศึกษาวิชา Independent Study แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, อัดสำเนา,2515 หน้า 1.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทเรียนแบบโปรแกรมมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษแตกต่างกันมากมาย เช่น Programmed Book, Programmed Text, Tutor Text, Scramble Book, Programmed Learning, Programmed Materials, Programmed Text Book, Automated Instruction, Auto-Instruction, Teaching Machine, Self Instruction, Learning Time Cut by Half, Individual Tutoring Success Guarantee และ Tab-Type Page แต่ในบรรดาคำเหล่านี้ คำว่า Programmed Learning และ Programmed Instruction เป็นคำที่นิยมใช้มากที่สุด

บทเรียนแบบโปรแกรมมีชื่อเรียกเป็นภาษาไทยแตกต่างกันหลายอย่าง เช่น บทเรียนสำเร็จรูป หนังสือเรียนด้วยตนเอง , หนังสือช่วยสอน และสำหรับในที่นี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า บทเรียนแบบโปรแกรม

ประวัติและความเป็นมาของบทเรียนแบบโปรแกรม

เราจะเห็นได้จากประวัติการพัฒนาเทคโนโลยีทางการสอนว่าพื้นฐานของเทคโนโลยีทางการสอนส่วนใหญ่จะเป็นสื่อกลางสำหรับถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนมากกว่าจะคำนึงถึงทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา แต่เมื่อเกิดมีบทเรียนแบบโปรแกรมขึ้น บทเรียนแบบโปรแกรมจะเน้นจุดสำคัญที่แตกต่างจากเทคโนโลยีทางการสอนแบบอื่น ๆ เพราะว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นเกิดจากทฤษฎีทางจิตวิทยา กับทฤษฎีการเรียนรู้ จึงกล่าวได้ว่าบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสื่อกลางที่ช่วยการสอนอย่างดีตามเหตุผลทางทฤษฎีจิตวิทยาและการเรียนรู้

วิธีการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามแนวของบทเรียนแบบโปรแกรม

ได้มีมาตั้งแต่สมัยโบราณ นับตั้งแต่สมัยของโสเครติส (Socrates)[8] ปรัชญาเมธีของกรีก โดยเขาใช้ไดอะแกรมง่ายๆสอนลูกทาสให้เข้าใจทฤษฎีเรขาคณิตของไพธากอรัส (Pythagorus) โดยสอนไปทีละขั้น จนในที่สุดก็เข้าใจหลักการใหญ่ๆได้สำเร็จ ซึ่งวิธีการสอนของโสเครติสนี้นับเป็นจุดเริ่มต้นของบทเรียนแบบโปรแกรม

ในปี ค.ศ. 1907 มาเรีย มอนเตสซอรี่ (Maria Montessori) ได้พยายามนำทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยามาสร้างเครื่องมือการเรียนรู้ โดยเป็นผู้นำเกี่ยวกับความคิดของบทเรียนแบบโปรแกรมสมัยใหม่ขึ้น เครื่องมือของเขา คือ ท่อนไม้ชิ้นหนึ่งเจาะรูที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดแตกต่างกัน และมีรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกันที่เหมาะสมกับขนาดรูของท่อนไม้ เครื่องมือนี้ขึ้นกับความว่องไวของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะรู้ว่าใส่ถูกหรือผิดทันที เนื่องจาก

1. ผู้เรียนไม่สามารถจะใส่รูปทรงกระบอกลงในรูที่มีขนาดเล็กเกินไป
2. ถ้าผู้เรียนใส่รูปทรงกระบอกลงไปในรูที่มีขนาดใหญ่เกินไป เมื่อใส่จนหมด จะมีทรงกระบอกอีกอันหนึ่งใส่รูไม่ได้

จากเครื่องมือแบบนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ ซึ่งจากการเรียนรู้ก็เป็นแนวทางไปสู่การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมที่อาศัยหลักจิตวิทยาการเรียนรู้นั้น

ในปี ค.ศ. 1925 ซิดนี่ย์ เอล. เพรสซี่ (Sidney L. Pressey) แห่งมหาวิทยาลัยโอไฮโอ ได้เป็นผู้นำเครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) มาแสดงในที่ประชุมของสมาคมนักจิตวิทยาแห่งประเทศอเมริกา เครื่องช่วยสอนนี้

---

[8]Paul Saettler. "The Rise of Programmed Instruction," A History of Instructional Technology (New York: McGraw-Hill Company, Inc., 1968), p.250-252

มีช่องหน้าต่างที่มีคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดจากคำตอบที่ให้เลือก ทั้ง 4 คำตอบ โดยการให้นักเรียนกดแป้นที่มีอยู่ที่เครื่อง ถ้านักเรียนคิดว่า คำตอบข้อที่สองถูกต้องก็ให้กดแป้นที่สอง ถ้านักเรียนตอบถูกต้องที่ช่องหน้าต่างก็จะมีคำถามใหม่ต่อไป ถ้านักเรียนตอบผิด คำถามนั้นก็จะอยู่คงเดิมและให้นักเรียนเลือกคำตอบใหม่ จนกว่าจะพบคำตอบที่ถูกต้อง ในขณะเดียวกันเครื่องมือนี้จะบันทึกการกดแป้นของนักเรียนทุกครั้งและเก็บคะแนนที่นักเรียนตอบถูกพร้อมทั้งให้ลูกกวาดเป็นรางวัล ในระหว่างปี ค.ศ. 1920 ถึง ค.ศ. 1930 เพรสซี่ ได้พยายามพัฒนาเครื่องช่วยสอนให้ดีขึ้นอยู่เรื่อยๆ ในระหว่างนั้น เจ. ซี. พีเทอร์สัน (J.C.Peterson) ลูกศิษย์ของเพรสซี่ได้คิดประดิษฐ์กระดาษผสมสารเคมีเรียก Chemo-sheet โดยให้นักเรียนเลือกตอบโดยการเขียนคำตอบลงบนแผ่น Chemo-sheet นี้ ถ้าตอบผิดแผนChemo-sheet จะกลายเป็นสีแดง และถ้าตอบถูกแผ่น Chemo-sheet จะกลายเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งจากการค้นพบเครื่องช่วยสอนและแผ่น Chemo- sheet ทำให้เพรสซี่ได้พยายามส่งเสริมให้มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมควบคู่กับการใช้ตำราธรรมดา ฟิล์มภาพยนตร์ โทรทัศน์ และอุปกรณ์อื่นๆ

ในปี ค.ศ. 1950 นอร์แมน เอ. คราวเดอร์ (Norman A.Crowder) ได้พัฒนาการสอนโดยการเรียนด้วยตนเองเช่นเดียวกับเพรสซี่ ในขณะที่คราวเดอร์ได้ทำการฝึกหัดงานเกี่ยวกับเครื่องมืออิเล็กโทรนิคส์ในกองทัพอากาศสหรัฐทำให้เขาเกิดความคิดเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาขึ้น ซึ่งเป็นหนังสือช่วยสอนโดยที่หากนักเรียนตอบผิดจะมีคำอธิบายว่า ทำไมจึงผิด แล้วให้นักเรียนกลับไปศึกษาเนื้อหาเดิมนั้นอีกครั้ง แล้วเลือกคำตอบใหม่แทนที่จะใช้วิธีเดาจนถูกตามแบบของเพรสซี่ ดังนั้นบทเรียนแบบโปรแกรมของคราวเดอร์จึงทำหน้าที่เป็นครูพิเศษในการให้ความรู้ของเนื้อหาวิชา เป็นผู้ตอบคำถามของผู้เรียน และช่วยแก้ไขให้ผู้เรียนได้เข้าใจถูกต้อง โดยผู้เรียนเป็นผู้กระทำเองทั้งหมด

ในปี ค.ศ. 1954 เบอร์รัส เอฟ. สกินเนอร์ (Burrhus F. Skinner)[9] นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาด ได้เป็นบุคคลสำคัญที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม เพราะสกินเนอร์เป็นผู้นำแนวความคิดเรื่องเงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Conditioning) กับทฤษฎีการเรียนแบบ Stimulus-Response มาใช้ทำบทเรียนแบบโปรแกรม โดยเขากล่าวว่า การตอบสนองของผู้เรียนควรจะทำให้สังเกตเห็นได้โดยการพูดออกมาหรือเขียนออกมา และพฤติกรรมของผู้เรียนจะแสดงออกมาเมื่อมีแรงกระตุ้นให้เกิดการกระทำ ดังนั้นความรู้ที่เขียนเป็นหน่วยย่อยจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนอง โดยการเขียนคำตอบเกี่ยวกับความรู้ที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น ส่วนการสะท้อนกลับ (Feed Back) ผลของการตอบสนองว่านักเรียนตอบถูกหรือผิด ถ้านักเรียนตอบถูก สิ่งที่ตอบถูกนั้นก็จะเป็นแรงเสริมให้อยากเรียนรู้ต่อไป ถ้านักเรียนตอบผิดก็จะได้รู้ถึงสิ่งที่ตนไม่เข้าใจ จึงเห็นว่าการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมจะมีการกระตุ้นการตอบสนองและแรงเสริมอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากสกินเนอร์ได้นำเอาเรื่องเงื่อนไขการตอบสนองและทฤษฎีการเรียนแบบ Stimulus-Response มาอธิบายเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม จึงทำให้วงการศึกษาสนใจบทเรียนแบบโปรแกรมมากขึ้น และทำให้มุ่งความคิดต่างๆไปยังบทเรียนแบบโปรแกรมมากกว่าเครื่องช่วยสอน จากการเคลื่อนไหวอันนี้ทำให้สกินเนอร์กลายเป็นผู้มีฉายาว่า "บิดาแห่งการเคลื่อนไหวของบทเรียนแบบโปรแกรม"

ในปี ค.ศ. 1959 ฮูมและกลาสเซอร์ (Homme and Glasser)[10] ได้นำโปรแกรมของเครื่องสอนมาทำเป็นรูปเล่มหนังสือ เรียก Programmed Book เป็นครั้งแรกที่มหาวิทยาลัยพิตสเบอร์ก

---

[9] Paul Saettler, op. cit., p.254

[10] เตือนใจ ทองสาริต, เรื่องเดียวกัน, หน้า 20.

หลังจากปี ค.ศ. 1959 เป็นต้นมา นักการศึกษาสนใจการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมในการเรียนการสอนมากขึ้น และได้มีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องบทเรียนแบบโปรแกรมอย่างกว้างขวาง

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมต้องอาศัยผลการทดลองของนักจิตวิทยาหลายท่าน แต่ที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ ธอร์นไดค์ (Thorndike) และสกินเนอร์

หลักของธอร์นไดค์ (Thorndike)

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) คือ เมื่อสิ่งมีชีวิตพร้อมที่จะกระทำพฤติกรรมใดๆและถ้าทำได้ก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าทำไม่ได้ก็จะก่อให้เกิดความกระวนกระวายใจ กฎข้อนี้เน้นความสำคัญของความตั้งใจและการจูงใจในการเรียนรู้ โดยการเตรียมกายและใจให้พร้อม

2. กฎแห่งผล (Law of Effect) เมื่อผลที่สิ่งมีชีวิตได้ทำลงไปก่อให้เกิดความพอใจ และมาประสบกับการตอบสนองของร่างกาย การตอบสนองนั้นจะมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีก และในทางตรงกันข้ามถ้าการตอบสนองของร่างกายมีแต่ความไม่สบาย การตอบสนองนั้นก็มีแนวโน้มที่จะไม่เกิดขึ้นอีก เป็นกฎที่กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง สิ่งที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง คือ การให้รางวัลซึ่งจะทำให้เกิดความพึงพอใจ

---

[11] โสภา ชูพิกุลชัย, จิตวิทยาทั่วไป (พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2514), หน้า 184

3. กฎของการใช้และไม่ใช้ (Law of Use and Disuse) คือ ถ้าร่างกายของสิ่งมีชีวิต มีโอกาสที่จะกระทำพฤติกรรมใดๆซ้ำอยู่เสมอก็จะทำให้ร่างกายเกิดความเคยชินต่อการกระทำพฤติกรรมนั้นๆ ในทางตรงกันข้าม ถ้าร่างกายไม่มีโอกาสจะกระทำพฤติกรรมใดๆอยู่เสมอ พฤติกรรมนั้นๆก็มีแนวโน้มว่าจะถูกลืมหรือทำได้แต่ไม่ดี กฎข้อนี้เน้นในเรื่องการเรียนซ้ำๆกัน เพื่อให้เกิดความแน่ใจและชำนาญ ซึ่งขั้นนี้จะทำภายหลังจากที่รู้ว่าการกระทำนั้นเป็นไปในทางที่ถูกต้อง

ทฤษฎีของ Skinner เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม [12]

1. เงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Condition) ที่นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรมมี 3 แบบ คือ

1.1 การตอบสนองควบคุมหรือการตอบสนองที่มีเงื่อนไข (Controlled Operant Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญญลักษณ์ได้ดังนี้ S_1RS_2 เมื่อ S_1 เป็นสิ่งเร้า คือ กรอบของบทเรียน R เป็นการตอบสนองของผู้เรียนซึ่งอาจจะถูกหรือผิด การตอบสนองของผู้เรียนจะขึ้นกับสิ่งเร้า S_1 จึงเป็นการตอบสนองที่มีเงื่อนไข เมื่อผู้เรียนตอบสนองแล้วจึงมีกรอบของบทเรียนที่ 2 คือ S_2 เสนอให้ผู้เรียนต่อไป

1.2 การตอบสนองอิสระหรือการตอบสนองที่ไม่มีเงื่อนไข (Free Operant Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญญลักษณ์ได้ดังนี้ $S_1RS_2RS_2RS_2$ เมื่อให้กรอบของบทเรียนที่ 1 (S_1) เป็นสิ่งเร้า

---

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

ผู้เรียนจะตอบสนอง และมีกรอบของบทเรียนที่เป็นกรอบฝึกหัดหลายๆกรอบ (S_2) เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนองในลักษณะเดียวกัน จนเกิดเป็นการตอบสนองชนิดไม่มีเงื่อนไขขึ้น

1.3 การตอบสนองแบบคลาสสิก(Classical Conditioning) การตอบแบบนี้เขียนเป็นสัญญลักษณ์ได้ดังนี้ S_1S_2R เมื่อบทเรียนกรอบที่ 1(S_1) ได้เสนอให้ผู้เรียนแล้ว จะไม่มีคำถามให้ผู้เรียนตอบสนอง แต่จะมีกรอบที่ 2(S_2) เป็นสิ่งเร้าอีกตัวหนึ่ง แล้วจึงมีคำถามให้ผู้เรียนตอบ การเรียนรู้แบบนี้มีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า (S_1) กับสิ่งเร้า(S_2) จึงเกิดการตอบสนองแบบคลาสสิกขึ้น

2. การเสริมกำลัง(Reinforcement) เนื่องจากการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้เรียนจะต้องมีการตอบสนอง ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะเกิดสิ่งเร้าที่มีแรงเสริมให้ทำบทเรียนกรอบต่อไป แรงเสริมนี้อาจจะเป็นคำชมเชย เช่น ท่านทำถูกต้องแล้ว ท่านเข้าใจถูกต้องแล้ว เป็นต้น

3. การหยุดตอบสนอง(Extinction) ถ้าการตอบสนองใดมีการเสริมแรงแล้วจะมีการตอบสนองในอัตราสูง ก็อาจจะลดอัตราการตอบสนองลงได้โดยไม่จัดมีการเสริมแรง

4. การฝึกหัดหรือการกระทำบ่อยๆในกรอบฝึกหัดของผู้เรียนจะเป็นการเรียนรู้ที่ดี และช่วงเวลาที่ใช้ฝึกหัดขึ้นกับความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งตรงกับลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้เวลาเรียนตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

5. สิ่งเร้าเฟ้นจำแนก (Discriminated Stimuli) บางครั้งถ้าต้องการให้ผู้เรียนตอบสนองหรือให้คำตอบอย่างหนึ่งในเวลาหนึ่ง แต่ไม่ต้องการตอบสนองเช่นนั้นในอีกเวลาหนึ่ง อาจจะทำได้โดยจัดสิ่งเร้าเฉพาะสำหรับการตอบสนองที่ต้องการนั้นๆ ซึ่งเรียกว่า สิ่งเร้าเฟ้นจำแนก เช่น ถ้ากินแกงจืดแล้วรู้สึกจืดก็เติมน้ำปลา แต่ไม่ได้หมายความว่าจะต้องเติมน้ำปลาทุกครั้งที่กินน้ำแกง เป็นต้น

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมตามหลักจิตวิทยาการเรียนรู้และการจูงใจต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้[13]

1. การให้นักเรียนรู้ผลความก้าวหน้าของตนเอง นับว่ามีความจำเป็นต่อการเรียนรู้มาก การรู้ผลการเรียนนอกจากจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าตนเองใกล้จุดหมายปลายทางแล้ว ขณะเดียวกันจะได้แก้ไขในสิ่งบกพร่องได้ทันท่วงที ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมจึงมีคำตอบที่ถูกต้องเฉลยไว้เพื่อสนองพื้นฐานทางจิตวิทยาข้อนี้

2. การให้รางวัล (positive reinforcement) รางวัลสามารถสนองตอบความต้องการของผู้เรียนได้ ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมการได้รางวัลหมายถึงการสร้างความพึงพอใจให้เกิดแก่ผู้เรียน อาจเป็นคำชมเชย เช่น คำตอบของท่านถูกต้อง หรือ ถูกต้อง เป็นต้น

3. การทำโทษ (negative reinforcement) ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เราใช้วิธีการทำโทษน้อยมาก เพราะการให้รางวัลให้ผลดีกว่าการทำโทษ เมื่อนักเรียนทำบทเรียนผิด เราก็งดการให้รางวัล นั่นคือไม่ให้คำชมเชย ไม่ให้คำยกย่อง และไม่ให้คะแนน

4. การสร้างเสริมให้เกิดความต้องการที่จะเรียน ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้สร้างจะต้องระมัดระวังคำ การอธิบายใช้ภาษาให้ง่ายต่อการเข้าใจและสามารถเข้าใจได้ถูกต้อง ซึ่งนับเป็นปัญหาใหญ่ในการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป ผู้สร้างนอกจากจะเป็นผู้มีความรู้ดีแล้ว ยังต้องมีความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาเป็นตอนย่อยๆ โดยใช้ภาษาที่สั้น แต่ได้ใจความและเข้าใจได้ดีด้วย เมื่อนักเรียนเข้าใจและทำได้ถูกต้อง ย่อมเป็นแรงกระตุ้นที่ทำให้เกิดความต้องการที่จะศึกษา หรือทำบทเรียนแบบโปรแกรมนั้นต่อไป

---

[13] เตือนใจ ทองสำริต, เรื่องเดียวกัน ., หน้า 25-26

ลักษณะสำคัญของบทเรียนแบบโปรแกรม

ลักษณะสำคัญของบทเรียนแบบโปรแกรมมีดังนี้[14]

1. ผู้เรียนจะได้เรียนเฉพาะเรื่องๆไป และมีการตอบสนองโดยตรงกับเรื่องที่เรียนรู้นั้น

2 เมื่อผู้เรียนตอบคำถามในเรื่องที่เรียนแล้ว จะทราบคำตอบทันทีว่าถูกหรือผิด ถ้าคำตอบถูกจะเป็นแรงเสริมในการเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าคำตอบผิดผู้เรียนก็กลับไปเรียนใหม่จนเข้าใจและตอบถูกต้อง

3. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนตามความสามารถของตนเอง

4. ความรู้ต่างๆจะถูกเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

5. บทเรียนแบบโปรแกรมทำให้ผู้เรียนมีส่วนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง

6. ผู้เรียนได้รับความรู้โดยการตอบสนองของตนเอง จึงทำให้จำความรู้ได้นานและสามารถเรียงลำดับความรู้ได้ถูกต้อง

ชนิดของบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

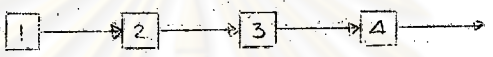
1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program) มีชื่อภาษาอังกฤษหลายอย่าง คือ Skinner Program,Constructed Response, Frame Sequence, Fixed-Sequence, Straight-Line และ Extrinsic Program บทเรียนแบบโปรแกรม คือ บทเรียนที่จัดให้ผู้เรียนได้อ่านข้อความเดียวกันตาม

---

[14]Walter Arno Wittich, op. cit.,p.513

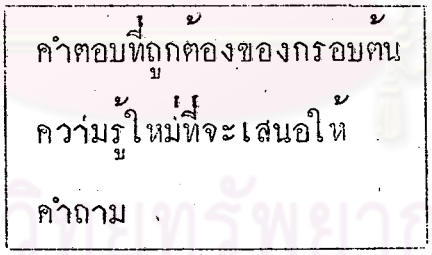
ลำดับเดียวกันและตอบคำถามเหมือนกัน การจัดเรียงลำดับขั้นและกรอบของบทเรียนนั้นเรียงจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มต้นศึกษาจากกรอบแรก และก้าวหน้าไปตามลำดับ จนกระทั่งถึงกรอบสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามกรอบหนึ่งกรอบใดไม่ได้ สิ่งที่เรียนจากกรอบแรกๆจะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบถัดไป วิธีนี้ส่วนมากใช้วิธีให้ตอบว่าถูกหรือผิด หรืออาจให้เติมคำในช่องว่าง โดยให้โอกาสผู้เรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในกรอบที่ถัดไป

การเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงจะเขียนเป็นไดอะแกรมได้ดังนี้[15]



เมื่อรูปสี่เหลี่ยมเป็นสัญญลักษณ์แทนกรอบต่างๆ ส่วนลูกศรแทนการตอบสนองของผู้เรียน จากไดอะแกรม แสดงว่าผู้เรียนจะเรียนกรอบที่ 1 เมื่อเข้าใจถูกต้องก็ให้เรียนกรอบที่ 2 , กรอบที่ 3 และกรอบที่ 4 ต่อไปเรื่อยๆ

กรอบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงมีลักษณะดังนี้[16]



2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program) มีชื่อ

---

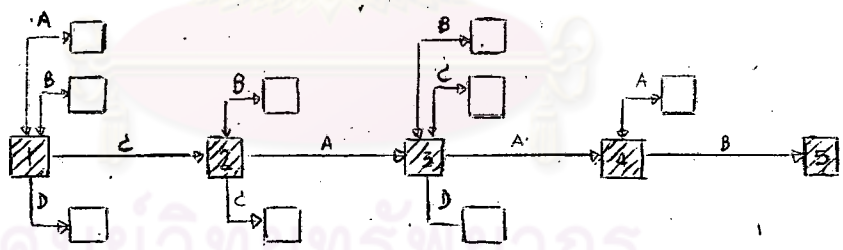
[15] Marvin D. Alcorn, James S. Kinder and Jim R. Schunert. "Newer Instructional Materials and Devices" Method and Materials of Instruction (Holt, Rinehart and Winston Inc., 1970), p.294

[16] Michael J. Apter "Programmed Instruction" The New Technology of Education, p.43

ภาษาอังกฤษหลายชื่อ คือ Nonlinear Program, Intrinsic Program Multiple Choice Type บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาเป็นบทเรียนที่จัดให้มีการเรียงลำดับกรอบ โดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบที่เป็นหลัก (Main Sequence Frame) ของบทเรียนได้ถูกต้อง ผู้เรียนก็อาจจะถูกสั่งให้ข้ามกรอบซ่อมเสริม (Remedial Frame) ได้ แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกก็อาจถูกสั่งให้เรียนกรอบซ่อมเสริมเพิ่มเติมก่อนที่จะก้าวไปเรียนกรอบต่อไป ในลักษณะนี้การเรียนจะไม่ดำเนินไปตามลำดับตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายอย่างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ผู้เรียนอาจย้อนไปย้อนมาในกรอบต่างๆทั้งนี้ขึ้นกับความสามารถในการให้คำตอบที่ถูกต้องของผู้เรียน

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา แบ่งเป็น 2 ชนิด[17] คือ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาอย่างง่ายๆ (A Simple Branching Program) บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดนี้จะเขียนเป็นไดอะแกรมได้ดังนี้



สัญญลักษณ์ ▨ แทนกรอบหลัก (Main Sequence Frame) และ □ แทนกรอบซ่อมเสริม (Remedial Frame)

ตามไดอะแกรมที่เขียนกรอบหลักที่ 1 จะมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ คือ A B,C,D คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ C ถ้าผู้เรียนเลือกข้อ C บทเรียนก็จะนำผู้เรียน

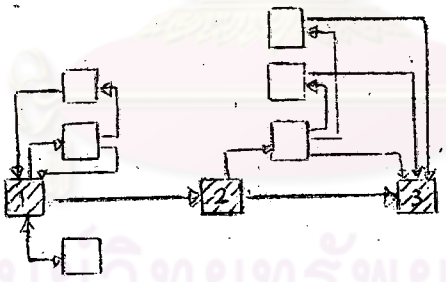
---

[17] Michael J. Apter, op.cit.,p.37

ให้ไปกรอบหลักที่ 2 ต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบ A,B,D ซึ่งเป็นคำตอบผิด บทเรียนจะนำผู้เรียนไปยังกรอบซ่อมเสริมของแต่ละข้อที่นักเรียนเลือกตอบ เพื่ออธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจจนถูกต้อง จึงนำผู้เรียนกลับมายังกรอบหลักที่ 1 เพื่อเลือกคำตอบอีกครั้ง ก่อนที่จะเรียนกรอบหลักที่ 2,3,4,.....ต่อไปเรื่อยๆ

ดังนั้นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาอย่างง่ายๆนี้ บทเรียนจะนำผู้เรียนไปยังกรอบหลักต่างๆโดยการเรียงลำดับการสอน ถ้าผู้เรียนคนนั้นเลือกคำตอบถูกต้อง ส่วนผู้เรียนที่เลือกคำตอบผิดก็จะมีกรอบซ่อมเสริมเพื่ออธิบายถึงสาเหตุที่ผู้เรียนเข้าใจผิด และเมื่อผู้เรียนเข้าใจถูกต้องแล้วก็จะนำผู้เรียนไปเลือกหาคำตอบของกรอบหลักที่ผู้เรียนทำผิดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเลือกคำตอบใหม่ที่ถูกต้อง ก่อนจะเรียนกรอบหลักที่ 2 ต่อไป เป็นเช่นนี้เรื่อยๆจนจบบทเรียน

2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาอย่างสลับซับซ้อน (A Complex Branching Program) บทเรียนแบบโปรแกรมแบบนี้จะเขียนเป็นรูปไดอะแกรมได้ดังนี้

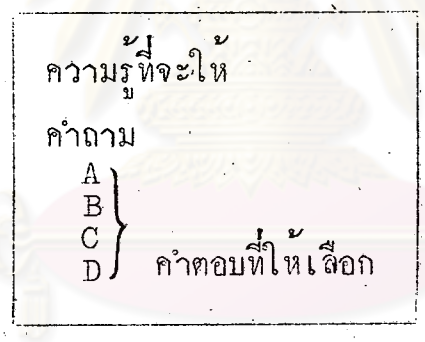


ตามไดอะแกรมที่เขียน กรอบหลักที่ 1 จะมีคำตอบผิด 2 คำตอบ โดยคำตอบผิดข้อแรกจะมีกรอบซ่อมเสริมอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจเพียงกรอบเดียวแล้วก็ให้ผู้เรียนย้อนกลับมาทำกรอบหลักที่ 1 ใหม่อีกครั้ง ซึ่งเป็นแบบที่เหมือนกับบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาอย่างง่ายๆ แต่อีกคำตอบหนึ่งจะนำไปสู่กรอบซ่อมเสริมที่มีโอกาสเลือกถึง 2 คำตอบ ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบของกรอบซ่อมเสริมถูกต้อง บทเรียนก็จะนำไปยังกรอบหลักที่ 1 อีกครั้ง เพื่อหาคำตอบใหม่ แต่ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบของกรอบซ่อมเสริมผิดก็จะมีกรอบซ่อมเสริมอีกกรอบหนึ่งเพื่ออธิบายให้เข้าใจแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น แล้วจึงนำไปยังกรอบหลักที่ 1 เพื่อเลือกคำตอบต่อไป และเมื่อผู้เรียนตอบกรอบหลัก

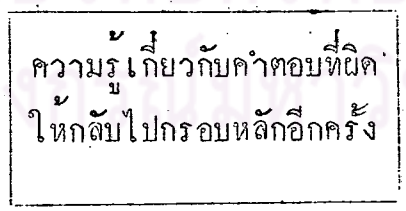
ที่ 1 ถูกต้องแล้ว ก็จะนำผู้เรียนไปเรียนกรอบหลักที่ 2 ในกรอบหลักที่ 2 จะมี 2 คำตอบให้เลือก ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็ให้เรียนกรอบหลักที่ 3 ต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบผิดก็ให้ผู้เรียนเรียนกรอบซ่อมเสริมที่มีคำตอบให้เลือกถึง 3 ข้อ และไม่มีการให้กลับไปเรียนกรอบหลักที่ 2 อีก แต่ให้ไปเรียนกรอบหลักที่ 3 ได้เลย ถ้าผู้เรียนเรียนกรอบซ่อมเสริมแล้วยังเลือกคำตอบผิดก็ต้องเรียนกรอบซ่อมเสริมอีกกรอบหนึ่งเพิ่มขึ้น จนกว่าจะเข้าใจดี จึงจะมาเรียนกรอบที่ 3 ได้

จึงเห็นได้ว่าบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาอย่างสลับซับซ้อนจะมีกรอบซ่อมเสริมหลายแบบหลายชนิดให้เลือกเรียนตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

ลักษณะของกรอบหลักของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาเป็นดังนี้



ลักษณะของกรอบซ่อมเสริมของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขาเป็นดังนี้



ความมุ่งหมายในการใช้บทเรียนแบบโปรแกรม[18]

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมนั้น คือ การเขียนข้อความเป็นตอนย่อยๆ แล้วถามคำถาม เมื่อนักเรียนตอบได้ถูกต้องทุกคำถามก็เป็นที่พึงพอใจของครู ความมุ่งหมายของการเขียนบทเรียนมีดังนี้

1.Self-Contained คือ การใช้บทเรียนเพื่อให้เด็กแต่ละคนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

2.Remedial Instruction คือ การใช้บทเรียนยกระดับสัมฤทธิผลของนักเรียนที่เรียนอ่อนให้สูงขึ้น โดยให้นักเรียนที่เรียนช้าหรือต้องได้รับการฝึกฝนเป็นพิเศษไปศึกษาเป็นส่วนตัว

3.Enrichment คือ การใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเสริมความรู้ที่มีอยู่ให้มากขึ้นเป็นการศึกษาเพิ่มเติมให้มีความรู้มากกว่าที่ครูสอน

4.Aids to Regular Room คือ การใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสอนในห้องเรียนเลย โดยถือเป็นการสอนอย่างหนึ่งด้วย

หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

เอล. เอ็ม. สตูลูโรว์ (L.M. Stolurow)[19] ได้เสนอแนะหลักและเทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้

1. ตั้งต้นจากวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน
2. จัดเนื้อหาที่เรียนในรูปของสิ่งเร้า และการตอบสนองอย่างละเอียด

---

[18]เตือนใจ ทองสาริต, เรื่องเดียวกัน, หน้า 3.

[19]L.M. Stolurow, Teaching by Machine (Washington: United States Government Printing Office,1961),p.58-102

3. ต้องให้การตอบสนองกระทำได้โดยง่าย

4. คำอธิบายที่นำเข้าสู่การเรียนรู้เรื่องใหม่จะต้องชัดเจน ไม่ทำให้ผู้เรียนไขว้เขว

5. สร้างแนวคิดเฉพาะเรื่องในหลายแง่

6. ใช้คำอธิบายที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมการกระทำด้วย

7. มีการชี้แนะในการตอบสนอง

8. เนื้อหาวิชาต้องเรียงตามลำดับและต่อเนื่องกันตลอด

9. มีการทบทวนอยู่เสมอ

10. แบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นย่อยๆ

11. สร้างความคิดรวบยอดตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน โดยอาศัยการชักนำบทเรียนในแต่ละกรอบทีละน้อยๆให้แก่ผู้เรียน

12. สร้างความสัมพันธ์ต่อเนื่องระหว่างกรอบปัญหาและนำไปสู่ปัญหาใหม่

13. ลดการชี้แนะและการชักนำออกไปทีละน้อยๆจนผู้เรียนสามารถกระทำเองได้

14. ใช้วิธีการหาเหตุผลเพื่อสรุปความคิดรวบยอด

15. ขั้นตอนในบทเรียน ต้องเริ่มจากส่วนใหญ่ไปหาส่วนย่อย

วิททิชและสคูลเลอร์(Wittich & Schuller)[20] มีหลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมดังนี้

1. แต่ละกรอบจะนำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่องอย่างชัดเจน มีคำถามหรือคำสั่งให้นักเรียนตอบสนองต่อเรื่องนั้นโดยตรง

2. ต้องมีการแจ้งผลการตอบสนองทันที เพื่อเป็นการเสริมแรง ในกรณีที่นักเรียนตอบผิดก็ต้องให้โอกาสนักเรียนได้แก้ตัว และปรับปรุงการตอบสนองของตนจนกว่าจะถูก

---

[20]Walter Arno Wittich, op.cit., p.513

3. นักเรียนแต่ละคนสามารถเรียนรู้ได้ตามอัตรากำลังความสามารถเฉพาะของตนเอง และเรียนรู้อย่างอิสระแยกจากคนอื่นๆ

4. บทเรียนแบบโปรแกรมต้องมีการเรียงลำดับกรอบต่างๆตามหลักตรรกวิทยาจากง่ายไปหายาก

5. นักเรียนต้องแสดงการตอบสนองต่อบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นอย่างดี

Edward B.Fry[21] ได้ให้หลักในการพิจารณาการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมว่าดังนี้

1. ตัวผู้เรียน ผู้เขียนบทเรียนควรทราบว่า ผู้เรียนนั้นเป็นบุคคลในระดับใด เช่น อายุ พื้นฐานทางสังคม ความสามารถในการเรียนและพื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน สิ่งเหล่านี้มีผลในการสร้างบทเรียนมาก

2. ผลที่ต้องการ ต้องมีการตั้งวัตถุประสงค์ขึ้นมาก่อนว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ก็จะต้องเน้นว่าต้องการให้เรียนเกี่ยวกับอะไรบ้าง ทั้งนี้เพื่อให้บทเรียนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และสามารถวัดผลได้ตรงว่า ผู้เรียนได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่

3. เนื้อหาวิชา การจัดเตรียมบทเรียนควรเขียนเป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ๆ แล้วจึงแบ่งเป็นหัวข้อย่อยๆ เพื่อที่จะได้นำมาจัดทำเป็นกรอบตามลำดับก่อนหลัง

4. วิธีการสอน ก่อนจะจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องใด ควรได้พิจารณาดูว่า มีวิธีสอนอื่นที่ดีกว่าการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมหรือไม่ ถ้ามีวิธีสอนอื่นที่ดีกว่าก็ไม่จำเป็นต้องใช้บทเรียนแบบโปรแกรม และควรพิจารณาว่าจะใช้บทเรียนนี้สอนให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือจะใช้บทเรียนเพื่อสอนซ่อมเสริมกับผู้เรียนไม่ทัน หรือเพื่อจุดประสงค์อย่างอื่น เหล่านี้ควรพิจารณาก่อนการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

---

[21]Edward B. Fry, Teaching Machine and Programmed Instruction (New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1963), p.38-41

5. ความสิ้นเปลือง เมื่อจะสร้างบทเรียนขึ้นควรพิจารณาว่าสิ้นเปลืองมากน้อยเพียงใด การที่เสียไปคุ้มค่าหรือไม่

หลักการตั้งวัตถุประสงค์[22]

วัตถุประสงค์ของการสอน คือ คำบรรยายถึงพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปแล้วหรือผลิตผลที่บ่งว่าการเรียนรู้ได้เกิดขึ้นแล้ว เช่น ผอดสมการกำลังสองได้ ท่องสูตรคูณถูกต้องถึงแม่ 12

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ ข้อความที่กล่าวถึงการกระทำของผู้เรียนที่เขาจะแสดงให้เรารู้ เมื่อเขาบรรลุวัตถุประสงค์แล้ว โดยกล่าวเป็นคำกริยาที่สังเกตเห็นได้และวัดได้

คำนิยามที่ใช้ในการอธิบายถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

พฤติกรรม คือ การกระทำที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็นได้

พฤติกรรมบั้นปลาย คือ พฤติกรรมที่ปรารถนาจะให้ผู้เรียนแสดงออกมาในเวลาที่การสอนเสร็จสิ้นลง

เกณฑ์ คือ มาตรฐานหรือผลการทดสอบที่ได้มาจากการประเมินค่าของพฤติกรรมบั้นปลาย

วัตถุประสงค์ที่ดี ควรประกอบด้วยคุณสมบัติสำคัญดังนี้

1. บรรยายถึงสิ่งที่ผู้เรียนทำหรือผลิตหรือกล่าวถึงพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นหลัก ไม่ใช่พฤติกรรมของครู

---

[22]เปรื่อง กุมุท. แบบเรียนแบบโปรแกรมเรื่องการตั้งจุดมุ่งหมายในการสอน, 11(มกราคม,2517),หน้า 67,2,11

2. แถลงการกระทำหรือผลผลิตของพฤติกรรมของผู้เรียนที่สังเกตเห็นได้ เพื่อให้ประเมินผลได้โดยง่าย เช่น

คำที่มีความหมายไม่ชัดเจนในเชิงพฤติกรรมของผู้เรียน (ไม่ควรใช้)	คำที่แสดงพฤติกรรมที่สังเกตได้ (ควรใช้)
ให้รู้	ให้เขียน
ให้เข้าใจ	ให้ท่อง
ให้เข้าใจอย่างแท้จริง	ให้ชี้ให้เห็น
ให้ซาบซึ้ง	ให้บอกความแตกต่าง
ให้ซาบซึ้งอย่างเต็มที่	ให้แก้ปัญหา
ให้จับความสำคัญของ....	ให้สร้าง,สรุปเป็นกฎ
ให้เพลิดเพลิน	ให้แจ้งรายการ
ให้เชื่อ	ให้เปรียบเทียบ
ให้มีความศรัทธาใน.....	ให้วิเคราะห์

3. แถลงสภาวะหรือเงื่อนไขที่เกิดพฤติกรรมนั้น โดยการกำหนดอะไรให้หรือการกำจัดบางอย่างออกเสีย เพื่อตัดการกระทำที่ไม่อาจรับว่าเป็นการแสดงว่าผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์แล้วออก เช่น ถ้ากำหนดสมการเส้นตรงที่มีตัวไม่ทราบอยู่ตัวหนึ่ง นักเรียนต้องสามารถหาค่าของตัวไม่ทราบค่าได้ ข้อความที่ขีดเส้นใต้เป็นสภาวะหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้

4. แถลงมาตรฐานหรือกำหนดเกณฑ์ของการกระทำที่เราจะยอมรับ การกำหนดเกณฑ์จะช่วยขยายให้พฤติกรรมที่คาดหวังชัดเจนและวัดได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินผล การกำหนดเกณฑ์ที่เห็นชัดเจนที่สุด คือ การกำหนดเวลา เช่น เมื่อกำหนดสมการให้ นักเรียนสามารถแก้สมการได้ถูกต้องอย่างน้อยที่สุด 4 ข้อ จาก 5 ข้อ ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ข้อความที่ขีดเส้นใต้เป็นมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่กำหนดให้ผู้เรียนกระทำ

วิธีการเขียนข้อทดสอบ

สมรรถภาพสมองด้านตัวเลขหรือด้านคณิตศาสตร์ เป็นสมรรถภาพในการที่จะเข้าใจและสามารถคำนวณตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้น ผู้ที่มีความชำนาญคล่องแคล่วและแม่นยำมากก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านคณิตศาสตร์ลักษณะข้อสอบทางด้านคณิตศาสตร์ มีดังนี้ [23]

ก. ข้อสอบประเภททักษะ (Skill) ส่วนมากเป็นตัวเลขล้วน ๆ ดังตัวอย่าง 22.3 + 4.08 - 6.12 เป็นเท่าไร

ก. 20.01 ข. 20.09

ค. 20.10 ง. 20.16

จ. 20.17

ข. ข้อสอบประเภทความคิดรวบยอด (Concept) เป็นคำถามประเภทความเข้าใจ ไม่คอยมุ่งในการคำนวณ ดังตัวอย่าง ถ้า $\frac{x}{a} = \frac{b}{c}$ แล้ว ค่าของ x จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแปรผันของคู่ใดมากที่สุด

ก. a ลด b ลด ข. c ลด b ลด

ค. a เพิ่ม c ลด ง. a เพิ่ม b ลด

จ. b เพิ่ม a ลด

ค. ข้อสอบประเภทโจทย์ปัญหา (Problem Solving) เป็นโจทย์ปัญหาง่าย ๆ ดังตัวอย่าง จากสมการ $4x^2+ax+8 = 0$, a มีค่าเท่าไร

ก $\sqrt{2}$ ข. $\sqrt[2]{2}$

ค. $\sqrt[4]{2}$ ง. $\sqrt[8]{2}$

จ. $\sqrt[16]{2}$

---

[23] สมบูรณ์ ชิตพงศ์และสำเริง บุญเรืองรัตน์, "ความถนัดการเรียน" การวัดความถนัด (พิมพ์ครั้งที่ 1 พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2513), หน้า 11 - 15

ง. ข้อสอบประเภทเรียงอันดับ (N-series) เป็นการให้หาคำตอบที่อยู่ถัดไป โดยพิจารณาสิ่งที่กำหนดให้ ข้อสอบประเภทนี้เป็น Number Reasoning บางทีจึงถือว่าจัดอยู่ในประเภทเหตุผลก็ได้ ดังตัวอย่าง ให้พิจารณาจำนวนต่อไปนี้

5 , 7 , 11 ,13 ..... ว่าจำนวนถัดไปจำนวนแรกคืออะไร

ก. 14 ข. 15

ค. 17 ง. 19

จ. 21

หลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice)

จุดประสงค์ของการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice)[24] นี้ต้องการให้ข้อสอบวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนในสิ่งที่มีความสำคัญ และให้นักเรียนเข้าใจข้อสอบอย่างแจ่มแจ้งและสามารถตอบได้ถูกต้อง เฉพาะผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจเท่านั้น**หลัก**การสร้างข้อสอบแบบนี้มีดังนี้

1. ข้อสอบแต่ละข้อควรจะวัดผลการเรียนรู้ที่สำคัญ
2. ตัวข้อสอบควรอ่านได้ใจความและเข้าใจง่าย
3. ภาษาที่ใช้ในข้อสอบควรง่ายและชัดเจน
4. ควรบรรจุคำต่าง ๆลงในตัวข้อสอบให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้คำที่ซ้ำกันในตัวเลือกต่าง ๆ
5. ตัวข้อสอบควรเขียนให้มีเหตุผลที่เกี่ยวข้องมากที่สุด
6. ควรเน้นการใช้คำพูดที่เป็นปฏิเสธ เมื่อจะนำมาใช้ในข้อสอบโดยการขีดเส้นใต้หรือพิมพ์ตัวใหญ่

---

[24] อนันต์ ศรีโสภา การพัฒนาการทดสอบ (พระนคร: โรงพิมพ์จุฬารัตน์,2515),หน้า 75-82.

T17346927

7. ตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องควรชัดเจนและถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

8. ควรทำให้ตัวเลือกต่าง ๆ สอดคล้องกับตัวข้อสอบทั้งทางไวยากรณ์และแบบฟอร์ม

9. ควรหลีกเลี่ยงคำพูดที่เป็นเครื่องช่วยนักเรียนในการเลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือกำจัดตัวลวงที่ผิดออกไป

10. ควรทำให้ตัวลวงต่าง ๆ มีเหตุผลที่อาจจะเป็นไปได้ หรือมีส่วนถูกบางส่วนและสามารถดึงดูดให้นักเรียนเลือกตอบได้

11. อย่าให้ความยาวของตัวเลือกเป็นเครื่องบอกคำตอบที่ถูกต้องของข้อสอบ

12. ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำ "ข้างบนทั้งหมด" และ"ไม่ใช่ข้างบนทั้งหมด " ในตัวเลือก

13. ควรให้ตำแหน่งของคำตอบที่ถูกต้องอยู่ในลักษณะแบบสุ่ม

14. ควบคุมความยากของข้อสอบโดยการเปลี่ยนปัญหาในตัวข้อสอบ หรือโดยการเปลี่ยนตัวเลือกต่าง ๆ

15. พยายามทำให้ข้อสอบแต่ละข้อเป็นอิสระไม่ขึ้นอยู่กับข้ออื่น ๆ ในแบบทดสอบนั้น

16. ควรใช้แบบฟอร์มของข้อสอบที่มีประสิทธิภาพ

หลักการสร้างข้อสอบแบบคำตอบสั้น (Short-Answer Items)[25]

หลักการสร้างข้อสอบแบบคำตอบสั้น มีดังนี้ คือ

1. ตัวข้อสอบควรมีเพียงใจความเดียวเท่านั้น คำตอบควรจะรวบรัดเท่าที่จะทำได้

2. ควรเริ่มเขียนคำถามตรง ๆ และเติมประโยคก่อน แล้วเปลี่ยนเป็นข้อความที่ไม่สมบูรณ์

---

[25] อนันต์ ศรีโสภา . , เรื่องเดียวกัน หน้า 30

3. คำต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ควรให้สัมพันธ์กับใจความสำคัญของข้อสอบนั้น
4. ควรเว้นที่ว่างสำหรับนักเรียนตอบไว้ที่ปลายสุดของข้อความหรือตัวข้อสอบ
5. ควรหลีกเลี่ยงการใช้ภาษา ไวยากรณ์ ที่จะมาเป็นเครื่องบอกคำตอบ
6. สำหรับคำตอบที่เป็นตัวเลข ควรระบุหน่วยที่ให้นักเรียนตอบลงไปด้วย

รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้

การวิจัยในประเทศไทย

การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์

ในปี พ.ศ. 2507 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษา[26] ได้ศึกษาค้นคว้าและทำการวิจัยเรื่อง "ประสิทธิภาพของการใช้บทเรียนแบบสำเร็จรูปสอนนักเรียนไทย" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปวิชาพีชคณิตเบื้องต้น กรมวิชาการร่วมกับครูคณิตศาสตร์จากโรงเรียนมัธยมจำนวนหนึ่งช่วยกันจัดสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เป็นม้วนกระดาษใช้กับเครื่องสอนแบบง่าย ๆ แล้วใช้ทดลองครั้งแรกเมื่อต้นปีการศึกษา 2507 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งโรงเรียนสวนกุหลาบ โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม และโรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยวิชาการศึกษาปทุมวัน แล้วนำผลการทดลองที่ได้ มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองอีกครั้งกับนักเรียนที่สำเร็จชั้นประถมปีที่เจ็ดจากโรงเรียนต่าง ๆ จำนวน 16 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า การใช้บทเรียนสำเร็จรูปวิชาพีชคณิตเบื้องต้นกับนักเรียนไทยที่มีสติปัญญาปานกลางได้ผลดี

ในปี พ.ศ. 2515 น.ส. มาลี ตันติยุทธ[27] ได้เขียนวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับการ

---

[26] กระทรวงศึกษาธิการ บทคัดย่องานวิจัยทางการศึกษา (พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา) 2513, หน้า 50

[27] มาลี ตันติยุทธ "การใช้สูตรหาพื้นที่สี่เหลี่ยมสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ด" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย , 2515), อัดสำเนา

สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การใช้สูตรหาพื้นที่สี่เหลี่ยมสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดการวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "การใช้สูตรหาพื้นที่สี่เหลี่ยม" เพื่อใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาเพื่อดูว่าบทเรียนนั้นใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่กำหนดไว้หรือไม่ ผลการวิจัยของการทดลองภาคสนาม เมื่อนำผลของค่าร้อยละเฉลี่ยของการเติมคำตอบถูกในตัวบทเรียน และค่าร้อยละเฉลี่ยของกลุ่มในการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนมาเทียบมาตรฐาน 90/90 จะได้ค่า 98.63/88.04 ซึ่งหมายความว่าตัวบทเรียนมีคุณภาพดีสามารถทำให้ผู้เรียนตอบคำถามในบทเรียนได้ถูกต้องถึงร้อยละ 98.63 แต่ความสามารถในการก่อให้เกิดการเรียนรู้ของบทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนทำข้อสอบในแบบทดสอบได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 88.04 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ 1.96 จึงสรุปผลว่าบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพหากได้รับการปรับปรุงแก้ไขอีกเล็กน้อย

ในปี พ.ศ.2516 นางสุภาวดี ปัญญาภาส[28] ได้เขียนวิทยานิพนธ์เรื่องการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ตัวหารร่วมมาก" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่หก การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ตัวหารร่วมมาก" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่หก และหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามมาตรฐาน 90/90 ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.03/92.05 ซึ่งนับว่านักเรียนทำแบบทดสอบได้ต่ำกว่ามาตรฐานตัวแรก และทำบทเรียนได้สูงกว่ามาตรฐานตัวหลังที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามนักเรียนเมื่อเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

---

[28]สุภาวดี ปัญญาภาส "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง "ตัวหารร่วมมาก" สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่หก" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, 2515) หน้า 171

ที่สร้างขึ้นแล้วนี้ ก็มีพัฒนาการเรียนในเรื่อง "ตัวหารร่วมมาก" อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ในปี พ.ศ.2516 นางชูศรี สนิทประชากร[29] ได้เขียนวิทยานิพนธ์เรื่อง การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง การบวกลบเศษส่วน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง การบวกลบเศษส่วนสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า ผลของการวิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องการบวกลบเศษส่วนใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ เพราะนักเรียนทำคะแนนจากแบบทดสอบได้ร้อยละ 90.17 โดยเฉลี่ย และทำบทเรียนถูกต้องร้อยละ 96.86 โดยเฉลี่ย ซึ่งคะแนนที่ได้จากการวิเคราะห์สูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 90/90 ที่ตั้งไว้ การเปรียบเทียบการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบปกติ

ในปี พ.ศ.2514 นายพลรัตน ลักษณียนาวิน[30] ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป" ผู้วิจัยได้นำบทเรียนแบบโปรแกรมที่ผลิตโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง วิชาพีชคณิต เรื่องการบวก ลบ คูณ และหารนิพจน์พีชคณิต จำนวนกรอบทั้งหมดมี 259 กรอบ ผู้วิจัยได้เลือกทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งของโรงเรียนวัดธาตุทองและโรงเรียนวัชรธรรมสาธิต ใช้นักเรียนจากโรงเรียนดังกล่าวโรงเรียนละ 60 คน

---

[29]ชูศรี สนิทประชากร "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องการบวกลบเศษส่วนสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า" (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ,2516) หน้า 171

[30]พลรัตน์ ลักษณียนาวิน "การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป" (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ,2514) หน้า 43 - 44

รวมนักเรียนที่ใช้ 120 คน นักเรียนดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 พวก พวกหนึ่งให้เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปวิชาพีชคณิตของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ อีกพวกหนึ่งให้เรียนจากครูประจำวิชาตามปกติ ซึ่งใช้วิธีสอนแบบบรรยายธรรมดา โดยใช้แบบเรียนพีชคณิตของกระทรวงศึกษาธิการ ในการคัดเลือกนักเรียนได้ยึดเอาคะแนนสอบคัดเลือกวิชาคณิตศาสตร์เพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียน ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานว่า การสอนพีชคณิตโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการสอนได้ผลดีกว่าการสอนของครูโดยใช้แบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า การสอนพีชคณิตเบื้องต้นเรื่องการบวก ลบ คูณ และทารนิพจน์พีชคณิต โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการสอนได้ผลดีกว่าการสอนของครูโดยใช้แบบปกติซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในปี พ.ศ.2515 วรรณา เจียมทะวงษ์ ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนวิชาเลขคณิตชั้นประถมปีที่ห้า ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามแบบปกติ" ในการดำเนินการวิจัย ได้ทำดังนี้ คือ ใช้นักเรียนชั้นประถมปีที่ห้า โรงเรียนวัดหนัง กรมสามัญศึกษา อำเภอบางขุนเทียน จังหวัดธนบุรี จำนวน 74 คน แยกเป็นกลุ่มทดลอง 37 คน กลุ่มควบคุม 37 คน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างนี้เรียนวิชาเลขคณิตเรื่องเศษส่วนอย่างเดียวกันทุกวัน ๆ ละ 2 ชั่วโมง โดยกลุ่มทดลองให้เรียนรู้เองจากบทเรียนสำเร็จรูป ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียนรู้จากการสอนของครูตามปกติ ใช้เวลาทดลองรวม 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการทดสอบทันทีเพื่อหาปริมาณการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับ และหาปริมาณการสงวนความจำอีก 2 ครั้ง ผลวิจัยที่ได้ คือ ผลสัมฤทธิ์และการสงวนความจำในเรื่องที่เรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปและจากการสอนตามปกติของครูไม่ต่างกัน

---

[31] วรรณา เจียมทะวงษ์ "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเลขคณิตชั้นประถมปีที่ห้า ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติ " (ปริญญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2515) หน้า 40

การวิจัยในต่างประเทศ

ในปี ค.ศ.1962 โรเบอร์ต โอ. บราวน์ เจอา.(Robert O. Brown Jr.)[23] ได้ทำการวิจัยเรื่อง "A Comparison Test of Test Score of Student Using Programmed Instruction Materials with These Students not Using Programmed Instruction Materials" เพื่อที่จะเปรียบเทียบผลการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามแบบปกติของครูว่าจะแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ประชากรจากโรงเรียนต่างๆ7แห่งด้วยกัน เป็นนักเรียนชั้นเกรด 8 และเกรด 9 โปรแกรมที่นำมาใช้สอนเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงซึ่งจัดขึ้นโดยคณะกรรมการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของมหาวิทยาลัยอิลินอยส์(The University of Illinois Committee on School Mathematics) ผลจากการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั่วๆไป ปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนจากครูโดยมีบทเรียนแบบโปรแกรมประกอบได้ผลดีกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูด้วยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยกล่าวเสริมว่ากลุ่มที่เรียนโดยมีบทเรียนแบบโปรแกรมไม่มีผู้ใดสอบตกเลย

ในปี ค.ศ.1968 คาวิน เกรทซิงเกอร์ (Cavin Greatsinger)[23] ได้ทำการวิจัยเรื่อง "An Experimental Study of Programmed Instruction in Division of Fractions โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบความสำเร็จในการเรียนจำนวนเศษส่วนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนของครูแบบปกติ โปรแกรมการสอนที่ใช้นี้เป็นแบบเส้นตรง ประชากรที่ทำการทดลอง

---

[32]Robert O.Brown Jr. "A Comparison Test of Test Score of Student Using Programmed Instruction Materials with These of Student not Using Programmed Instruction Materials," The Research on Programmed Instruction, (Washington:U.S. Government Printing Office,1964),p.26

[33]Cavin Greatsinger. "An Experimental Study of Programmed Instruction in Division of Fraction," A.V. Communication Review. 16(Spring, 1968),p.87-90

เป็นนักเรียนเกรด 6 รวม 12 ห้อง เรียนจากโรงเรียนต่างๆในมลรัฐโคโลราโดรวม 6 โรงเรียน โรงเรียนละ 2 ห้อง ในแต่ละโรงเรียนห้องหนึ่งให้เรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม อีกห้องให้เรียนกับครูตามแบบปกติ ผลการทดลองปรากฏว่า ผลการเรียนทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปรากฏว่า การสอนเศษส่วนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมประหยัดเวลามากกว่า

เอ. เจ. ไวบี(A.J. Wiebe)[34] ได้ทำการวิจัยเรื่อง"The Comparative Effects of Three Methods of Utilizing Programmed Achievers" ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนของครูแบบปกติกับการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่มีความสามารถในระดับสติปัญญาต่ำจะเรียนโดยการสอนของครูตามแบบปกติดีกว่าเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม

จี. เอล เทนเนอร์ (G.L. Tanner)[35] ได้ทำการวิจัยเรื่อง "A Comparative Study of the Efficacy of Programmed Instruction with Seventh Grade Low Achievers in Arithmetic" โดยเขาได้ศึกษาเปรียบเทียบสัมฤทธิผลทางการเรียนเลขคณิตของนักเรียนที่มีสัมฤทธิผล

---

[34] A.J. Wiebe, "The Comparative Effect of Three Methods of Utilizing Programmed Mathematics with Low Achievers" Dissertation Abstracts (Ann Arbor,Mich: University of Michigan),xxvii,1002-A

[35] G.L. Tanner, "A Comparative Study of the Efficacy of Programmed Instruction with Seventh Grade Low Achievers in Arithmetic", Dissertation Abstracts (Ann Arbor,Mich: University of Michigan),xxvii,6458

ตำที่เรียนโดยบทเรียนแบบโปรแกรมกับการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

เจ. ซี. บิดดัล (J.C. Biddle)[36] ได้ทำการวิจัยเรื่อง "Effectiveness of Two Methods of Instruction of High School Geometry on Achievement, Retention, and Problem Solving Ability" โดยเขาได้เปรียบเทียบผลการเรียนเรขาคณิตในโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่ง โดยให้นักเรียนครึ่งหนึ่งเรียนวิชาเรขาคณิตจากหนังสือแบบเรียนธรรมดาและนักเรียนอีกครึ่งหนึ่งเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม แล้วใช้ข้อทดสอบมาตรฐานสอบนักเรียนทั้งสองพวกเมื่อเรียนวิชาเรขาคณิตจบแล้ว และสอบอีกครั้งหนึ่งเมื่อเรียนวิชาเรขาคณิตจบไปแล้วหนึ่งปี ผลการวิจัยปรากฏว่า การสอบทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ นั่นคือการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแบบเรียนธรรมดาไม่แตกต่างไปจากการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม

---

[36] J.C. Biddle, "Effectiveness of Two Methods of Instruction of High School Geometry on Achievement, Retention and Promblem Solving Ability", Dissertation Abstracts (Ann Arbor, Mich: University of Michigan), xxvii, 3356-A