

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง คัลคูลัส เบื้องต้นนั้น ผู้วิจัย ได้ดำเนินการเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. ศึกษาเทคนิคและวิธีการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมจากตำราต่าง ๆ ดังนี้

- "A Programmed Guide to Writing Auto-instructional Programs." by Becker, James L.
- "An Introduction to Programmed Instruction." by William A. Deterline .
- "A Handbook of Programmed Learning." by G.O.M. Leith
- "A Grammar of Frame Writing." by Susan Meyer Markle.
- "Developing Programmed Instructional Materials." by James E. Espich and Bill Williams.
- Explaining "Teaching Machines and Programming." by David Crow
- "The Learning Process and Programmed Instruction." by Edward J. Green

2. ศึกษาขอบเขตของเนื้อหาวิชาเรื่อง "คัลคูลัสเบื้องต้น"

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชา "คัลคูลัสเบื้องต้น" จากหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และได้ศึกษาเนื้อหาวิชาจากตำราต่าง ๆ เช่น

- "Calculus of One Variable"
by Joseph W. Kitchen, Jr.
- "Calculus"
by Lipman Bers.
- "Concepts of Calculus I"
by A.H. Lighstone
- "Quick Calculus a Short Manual of Self-instruction"
by Daniel & Norman

3. กำหนดขอบเขตและเค้าโครงเรื่องของเนื้อหาวิชาเรื่อง "คัลคูลัสเบื้องต้น"

ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ 7 บทดังต่อไปนี้ คือ

- 3.1 ความเร็วและอัตราเร็ว
- 3.2 อัตราการเปลี่ยนแปลง
- 3.3 อนุพันธ์ของฟังก์ชัน
- 3.4 สูตรการหาอนุพันธ์
- 3.5 ความชันของเส้นโค้ง
- 3.6 การประยุกต์ของอนุพันธ์
- 3.7 โอเปอเรชันตรงข้ามกับการหาอนุพันธ์

4. กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากที่ได้ศึกษา เนื้อหาวิชาและกำหนดเค้าโครงเรื่องแล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดจุดประสงค์ของบทเรียนแบบโปรแกรม โดยขั้นแรกกำหนดจุดประสงค์ทั่วไปก่อน เพื่อแจ่มแก่นักเรียน ควรจะมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดบ้าง หลังจากนั้นจึงเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อบ่งถึงพฤติกรรมที่จะให้นักเรียนแสดงออกในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกนั้นเป็นพฤติกรรมที่สามารถปฏิบัติได้และวัดผลได้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวกหน้า 69)

5. สร้างแบบสอบเพื่อทดสอบก่อนเรียนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบเพื่อประเมินผลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง คัลคูลัสเบื้องต้น โดยในการสร้างแบบสอบนั้นข้อทดสอบแต่ละข้อจะสอดคล้องกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อจะได้แบบสอบที่วัดความเที่ยงตรงในด้านเนื้อหา (Content Validity) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบดังนี้

5.1 การสร้างแบบสอบครั้งแรกผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) จำนวน 75 ข้อ นำแบบสอบนี้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม จำนวน 47 คน ซึ่งเคยเรียนเรื่อง คัลคูลัสเบื้องต้น มาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก หน้า 210)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นนี้ใช้สูตรของ G. Kuder และ M. Richardson¹ ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

$$r_{yy} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(k - \bar{X})}{k(S.B.)^2} \right]$$

¹ เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์, หลักเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา, โครงการตำรา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์, 2519), หน้า 185.

สูตรนี้อาจเขียนได้เป็น

$$r_{yy} = \frac{k(S.D.)^2 - \bar{X}(k - \bar{X})}{(k - 1)(S.D.)^2}$$

เมื่อ r_{yy} คือค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบ

k คือจำนวนของข้อทดสอบ

\bar{X} คือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่สอบได้

S.D. คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่สอบได้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต¹ (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน² (Standard deviation)

คำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum fX}{N}$$

$$SD. = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \bar{X}^2}$$

เมื่อ X คือคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

f คือความถี่ของคะแนน

N คือจำนวนนักเรียนทั้งหมด

¹Audrey Haber & Richard P. Ruryon, General Statistics

(Massachusetts; Addison-Wesley Publishing Company, 1971), p. 70.

²Ibid., p. 90.

5.2 เลือกแบบสอบจำนวน 40 ข้อจากข้อ 5.1 เพื่อใช้เป็นแบบสอบในการทดลองภาคสนาม โดยพิจารณาข้อทดสอบที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

6. สร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "คัลคูลัสเบื้องต้น"

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่องคัลคูลัส เบื้องต้นโดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและถูกต้องตามหลักการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นกรวยย่อย ๆ เมื่อได้แก้ไขบทเรียนตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยแล้วผู้วิจัยจึงได้นำบทเรียนไปทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพโดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นดังนี้

6.1 การทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง ผู้วิจัยได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2520 ของโรงเรียนห่มเกล้าพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยการสุ่มนักเรียนจำนวน 2 คน มีผลการเรียนในระดับปานกลาง ซึ่งการทดลองขั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

6.1.1 ผู้วิจัยได้อธิบายวัตถุประสงค์ในการทดลองบทเรียนแบบโปรแกรมและวิธีการเรียนบทเรียนนี้

6.1.2 ให้นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียนบทเรียนเพื่อวัดว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงใด

6.1.3 ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้น

6.1.4 หลังจากนักเรียนศึกษาบทเรียนจบแล้ว ได้ให้นักเรียนทำแบบสอบเดิมอีกครั้ง เพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียน

6.2 การทดลองขั้นกลุ่มเล็ก เมื่อผู้วิจัยได้แก้ไขปรับปรุงบทเรียนแบบโปรแกรมบางส่วนจากการทดลองครั้งแรกแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนห่มเกล้าพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน ซึ่งวิธีการ

ดำเนินการนั้นก็กระทำเช่นเดียวกับการทดลองชั้น 1 คน หลังจากการทดลองชั้นนี้แล้วก็ได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง

6.3 การทดลองชั้นภาคสนาม การทดลองในชั้นนี้เป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของแบบเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2520 จำนวน 100 คน จากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ในการทดลองและขอความร่วมมือจากนักเรียนเหมือน 2 ครั้งที่ผ่านมาและครั้งนี้ผู้วิจัยได้พิมพ์คำแนะนำในการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเพิ่มเติมให้แก่นักเรียนด้วย นอกเหนือจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการแบบเดียวกับการทดลอง 2 ครั้งที่ผ่านมา

หลังจากการทดลองภาคสนามแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปวิเคราะห์ดังนี้

6.3.1 ทหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของ Kuder-Richardson (ดูรายละเอียดในภาคผนวกหน้า 222)

6.3.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมโดยการคำนวณหาคะแนนมาตรฐาน 90/90 (ดูรายละเอียดในภาคผนวกหน้า 223)

90 ตัวแรกคำนวณจากสูตร

$$\text{คะแนนที่นักเรียนทำแบบเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ} = \frac{C}{N} \times \frac{100}{A}$$

เมื่อ C = ผลรวมของคำตอบถูกของนักเรียนทุกคน

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A = จำนวนคำตอบทั้งหมดในบทเรียน

90 ตัวหลังคำนวณได้จากสูตร

$$\text{คะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบถูกคิดเป็นร้อยละ} = \frac{S}{N} \times \frac{100}{T}$$

เมื่อ S = คะแนนรวมของนักเรียนที่ทำแบบสอบถูก

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

T = คะแนนเต็มของแบบสอบ

6.3.3 หาคความก้าวหน้าในการเรียนเมื่อได้เรียนบทเรียนนี้จบแล้ว โดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแล้วโดยใช้ t - test¹

$$\text{สูตรที่ 1} \quad t_c = \frac{\bar{D} - \mu_D}{S_{\bar{D}}}$$

$$\text{สูตรที่ 2} \quad S_{\bar{D}} = \frac{S_D}{\sqrt{n-1}}$$

สรุปจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 จะได้สูตรที่นำไปใช้คือ

$$t_c = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ D คือผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

n คือจำนวนนักเรียนทั้งหมด

(ดูรายละเอียดในภาคผนวกหน้า 218 - 219)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹Audrey Haber and Richard P. Runyon, General Statistics, 2d ed., (Addison-Wesley Publishing Co., 1971), p.216.