

บทที่ 1

บทนำ



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ทุกวันนี้ อาจกล่าวได้ว่าต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ตลอดเวลาไม่ว่าเด็กหรือผู้ใหญ่ คณิตศาสตร์ได้มีวิวัฒนาการมาเรื่อย ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับวิชาการแขนงอื่น ๆ ที่ได้ก้าวหน้าไปมากมาย ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยา เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาหลักและเป็นรากฐานตลอดจนเป็นกุญแจนำไปสู่วิชาใหญ่ ๆ มากมาย¹ ในขณะที่โลกเจริญก้าวหน้าด้วยวิทยาการต่าง ๆ ถ้าวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีการปรับปรุงแก้ไขย่อมจะไม่เหมาะสมกับสภาวะของโลกซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ทุกขณะ ปัจจุบันวิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทมากกว่าในอดีตและมีความสำคัญในชีวิตประจำวันมากขึ้น แต่ก่อนเราใช้วิชาคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่ง่ายจนเราไม่รู้สึกตัว เช่น การติดต่อซื้อขาย การกระระยะทาง การคำนวณเวลา การประมาณหรือการตรวจสอบรายรับรายจ่าย แต่ในปัจจุบันคณิตศาสตร์ได้มีส่วนใช้ในงานอาชีพอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง ความเจริญอย่างรวดเร็วของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผลสืบเนื่องมาจากความเจริญทางคณิตศาสตร์ ความเจริญทางเทคโนโลยีทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์แขนงใดแขนงหนึ่ง เช่น วิศวกรไฟฟ้าต้องเรียนคัลคูลัส สมการดิฟเฟอเรนเชียล

¹ สนั่น สุมิตร, "คำกล่าวรายงานของผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อประธานในการเปิดสัมมนาวิชาคณิตศาสตร์," การสัมมนาวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 15 - 16 พฤษภาคม 2515 (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2516), หน้า (10).

(Differential equations) อดสาทรต้องมีความรู้วิชาสถิติว่าด้วยการควบคุมคุณภาพ (Quality control) ผู้บริหารต้องสามารถแปลความหมายของข้อมูลทางสถิติได้ งานวิจัยทั้งหลายถ้าขาดความรู้ทางคณิตศาสตร์เสียแล้วก็แทบจะเกิดขึ้นไม่ได้ จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์ได้เข้าไปแทรกอยู่ในงานทุกสาขา ไม่ว่าจะเป็นงานทางด้านวิทยาศาสตร์หรือสังคมศาสตร์ก็ตาม¹ เพื่อให้คณิตศาสตร์ได้มีส่วนช่วยในด้านธุรกิจและวิทยาการแขนงต่าง ๆ ในวงการศึกษาระดับ จึงมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไปในแนวใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพและความต้องการของสังคม

ในการเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับสังคม การสอนคณิตศาสตร์ที่จะทำให้เกิดประโยชน์นั้น จะต้องสอนให้เป็นแบบต่อเนื่องกันไป และให้ผู้เรียนเกิดแนวความคิดซึ่งถือว่าเป็นเรื่องจำเป็น การสอนนั้นไม่เพียงแต่เพื่อจะให้เข้าใจและนำไปใช้ได้ทันที แต่จะต้องคำนึงถึงผู้ที่ปรารถนาจะศึกษาต่อด้วย ถึงแม้ว่าคนส่วนใหญ่จำเป็นจะต้องมีความรู้และความเข้าใจคณิตศาสตร์เรื่องต่าง ๆ ในระดับหนึ่ง แต่ก็จำเป็นต้องการเตรียมจิตวิชาสำหรับผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะเรียนต่อขึ้นมหาวิทยาลัยเพื่อจะทำการวิจัยและประกอบอาชีพชั้นสูงต่อไปด้วย บุคคลกลุ่มหลังนี้เองจะเป็นกลุ่มที่สำคัญที่สุดต่อความเจริญและความก้าวหน้าทางสังคม เป็นผู้สร้างสิ่งใหม่ ๆ ในสาขาอาชีพต่าง ๆ เช่น วิศวกร นักวิจัย แพทย์ หนายความ ผู้บริหารธุรกิจ นักประดิษฐ์ คณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นมาจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับบุคคลกลุ่มนี้ ดังนั้นการปูพื้นฐานความรู้จึงเป็นสิ่งจำเป็นตั้งกล่าว²

¹พนัส หันนาคินทร, "ความสำคัญ ประโยชน์ และจุดประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์," ตำราวิชาชุดครูมัธยม วิธีสอนคณิตศาสตร์ (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2512), หน้า 2.

²โฮเวอร์ดี เอฟ. เฟร์, "ของ "ใหม่" ในการศึกษาคณิตศาสตร์," การสัมมนาวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 15 - 26 พฤษภาคม 2515 (พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2516), หน้า 48.

คณิตศาสตร์แนวใหม่ที่นำมาศึกษาในระดับโรงเรียนนั้นมีความแตกต่างจากคณิตศาสตร์ที่เคยสอนกันมาแต่เดิม 2 ประการคือ ลักษณะใหม่ในเนื้อหาวิชาและความใหม่ในวิธีการสอน ความใหม่ในเนื้อหาวิชา หมายถึง การนำเอาเนื้อหาวิชาบางเรื่องซึ่งเคยสอนในระดับวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยมาสอนแก่นักเรียนในระดับประถมศึกษาหรือระดับมัธยมศึกษา หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขให้ง่ายขึ้นและเหมาะสมแก่วัยของผู้เรียน ซึ่งช่วยให้คนส่วนมากที่ไม่ได้เรียนในระดับอุดมศึกษา มีโอกาสได้เรียนรู้วิชาและหลักการทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถนำไปใช้ในแขนงงานของตนได้¹

ความใหม่ในวิธีการ หมายถึง การสอน การแก้ปัญหา และการอธิบายความหมายของเรื่องต่าง ๆ ในลักษณะที่ต่างไปจากเดิมกล่าวคือ เป็นการสอนให้นักเรียนเข้าใจหลักการของคณิตศาสตร์และเห็นโครงสร้างของคณิตศาสตร์ การเรียนแต่เดิมนักเรียนจะได้รับการบอกให้จดจำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ โดยไม่ทราบความเป็นมา การสอนแต่ละเรื่องในหลักสูตรก็สอนเป็นเรื่อง ๆ ไปไม่เกี่ยวข้องกัน นักเรียนไม่เห็นความสัมพันธ์ของเรื่องต่าง ๆ ในแขนงเดียวกันหรือความสัมพันธ์ระหว่างแขนงวิชาต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ การสอนส่วนใหญ่มุ่งฝึกทักษะการคำนวณไม่ได้ฝึกให้นักเรียนใช้ความคิดและใช้เหตุผล²

เฟรด ฮูเฟอร์³(Fred Hooper) แห่ง International School of Bangkok

¹ กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ, รายงานการสัมมนาครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ, 2509), หน้า 1 - 2.

² สุภา สุจริตพงศ์, "ทำไมจึงสอน Modern Mathematics," วิทยากร (กัมปายน, 2512), หน้า 19.

³ กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ, รายงานการสัมมนาครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ, 2509), หน้า 34.

ให้ข้อคิดว่า การสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันควรสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเกิดการค้นพบด้วยตนเองแทนที่จะใช้วิธีป้อนข้อมูลทั้งหมด

วิธีการสอนเพื่อให้เกิดการค้นพบนั้นมีหลายแบบ เช่น การสอนแบบสาธิต (Demonstration Method) การสอนแบบอภิปราย (Discussion Method) การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) เป็นต้น การสอนวิธีต่าง ๆ เหล่านี้มีจุดประสงค์ร่วมกันอย่างหนึ่งคือให้นักเรียนสรุปผลหรือคำตอบด้วยตนเอง การสอนแบบนี้ครูควรใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสม

บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้และการคิดด้วยตนเอง และในขณะเดียวกันบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นสิ่งที่นักการศึกษาเชื่อกันว่าจะนำมาใช้ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้ ในระบบการสอนปัจจุบันที่ใช้ครูหนึ่งคนต่อนักเรียนประมาณ 30 คน การที่จะสอนนักเรียนทีละคนเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก และนักเรียนทุกคนก็มีความสามารถ ความคิดอ่านไม่เหมือนกัน ไม่สามารถจะเข้าใจบทเรียนบทหนึ่ง ๆ ได้ในเวลาเท่ากัน นักเรียนบางคนสามารถเข้าใจได้ทันทีหลังจากที่ครูอธิบายเป็นครั้งแรก แต่ถ้าครูต้องอธิบายซ้ำสำหรับเด็กคนอื่น นักเรียนพวกนี้ก็อาจจะเบื่อ ส่วนนักเรียนบางคนอาจจะไม่เข้าใจบทเรียนนั้นเลยแม้ครูจะอธิบายให้ฟังซ้ำหลาย ๆ ครั้ง นักเรียนพวกนี้อาจจะเกิดความละอายไม่กล้าขอให้ครูอธิบายซ้ำ หรือครูอาจจะเห็นว่าเป็นการเสียเวลาของนักเรียนส่วนมากถ้าจะอธิบายให้เด็กเพียง 2 - 3 คนเพียง ทำให้นักเรียนพวกนี้ไม่เข้าใจบทเรียนบทต้นก่อนที่จะเรียนบทต่อไป ทำให้เกิดความไม่เข้าใจขึ้นอีก เป็นเหตุให้นักเรียนเกิดความท้อถอย¹ ดังนั้นบทเรียนแบบโปรแกรมจึงอาจช่วยแก้ปัญหานี้ได้ เพราะนักเรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเอง เรียนไปตามความสามารถของตนซึ่งคล้ายกับนักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนกับครูตัวต่อตัว และเมื่อนักเรียน

¹สุภา สุจริตพงศ์, "Programmed Instruction," ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา (พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2517), หน้า 194.

ตอบคำถามผิด ก็ไม่ต้องอายใคร เพราะไม่มีผู้อื่นเห็น เมื่อผิดแล้วก็สามารถจะแก้ความเข้าใจผิดได้ทันที นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่เหมาะสมสำหรับการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นอย่างดี เพราะเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง (facts) มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

คัลคูลัส เป็น เรื่องที่สำคัญ เรื่องหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ เพราะเป็นเรื่องที่ประมวลความรู้เกือบทั้งหมดของคณิตศาสตร์ใหม่เข้ามาด้วยกัน เพื่อประสมประสานให้เกิดความรู้ใหม่ แต่เดิมคัลคูลัส เป็น เรื่องที่เรียนรู้อันอยู่เฉพาะในระดับอุดมศึกษาเท่านั้น ซึ่งตามความเป็นจริงวิชานี้ เป็นประโยชน์อย่างมากที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การนำคัลคูลัสมาสอนในระดับมัธยมนี้จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของระบบคณิตศาสตร์ และมองเห็นประโยชน์ของเรื่องต่าง ๆ ที่เรียนมาเป็นพื้นฐาน เช่น เซต ระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ พังก์ชัน การเรียนเรื่องคัลคูลัสจะทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนเป็นการทบทวนความรู้เดิมซึ่งเรียนมาตลอดเวลา ซึ่งจะช่วยเสริมความเข้าใจและฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน อาจกล่าวได้ว่าคัลคูลัส เป็นขุมทางของคณิตศาสตร์แขนงต่าง ๆ ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของคณิตศาสตร์ทุกแขนงจะมาถึงจุดสูงสุดเมื่อเรียนวิชาคัลคูลัส

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดเกี่ยวกับปัญหาและจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง คัลคูลัส เบื้องต้นขึ้น เพราะเห็นว่างานวิจัยชิ้นนี้จะมีประโยชน์สำหรับครูผู้สอนทุกท่าน เนื่องจากผู้ทำหลักสูตรได้จัด เรื่องคัลคูลัส เบื้องต้นไว้ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้น เรื่องคัลคูลัส เบื้องต้นจึงเป็น เรื่องใหม่สำหรับครูผู้สอนและนักเรียน ผู้วิจัยเชื่อว่างานวิจัยนี้จะช่วยส่งเสริมแนวความคิดในการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการสร้าง การใช้ และคุณประโยชน์ของบทเรียนแบบโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "คัลคูลัสเบื้องต้น"
3. เพื่อศึกษาว่าบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องนี้ สามารถนำไปใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้
4. เพื่อส่งเสริมการนำบทเรียนแบบโปรแกรมไปใช้ให้แพร่หลาย

สมมุติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องคัลคูลัสเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นนี้จะใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนได้บรรลุถึงจุดประสงค์ของบทเรียนที่ได้กำหนดไว้ และถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90
2. หลังจากได้เรียนบทเรียนนี้แล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนได้เปลี่ยนแปลงบรรยากาศการเรียนการสอน
2. บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นจะส่งเสริมความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคล
3. บทเรียนที่สร้างขึ้นอาจช่วยแก้ปัญหาเรื่องการขาดแคลนครูได้
4. เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชุดอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. บทเรียนแบบโปรแกรมนี้สร้างขึ้นตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง คัลคูลัสเบื้องต้น

2. ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลองภาคสนาม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 100 คน

3. บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ถือว่ามีพื้นฐานความรู้เท่ากัน แต่ไม่เคยเรียนเรื่อง คณิตศาสตร์เบื้องต้นมาก่อน

2. ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จำนวน 100 คน เลือกโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) และไม่จำกัดเพศ

3. ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ถือว่ามีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้เป็นอย่างดี

3.1 ฟังก์ชัน

3.2 เลขยกกำลัง

3.3 ลิมิตเบื้องต้น

คำจำกัดความของการวิจัย

1. บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) คือ บทเรียนที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และเรียนได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคล ภายในบทเรียนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ซึ่งเรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะบรรจุความรู้ย่อย ๆ จากสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้แล้วและนำไปสู่ความรู้ใหม่ตามลำดับจากง่ายไปยาก โดยจะมีทั้งคำอธิบายและคำถาม คำถามอาจจะมีทั้งแบบให้เลือกตอบ หรือสร้างคำตอบเอง ซึ่งนักเรียนจะทราบผลการตอบได้ทันที โดยการเฉลยของแต่ละกรอบที่มีไว้ให้ในแบบเรียน

2. กรอบ (Frame) คือส่วนย่อยสั้น ๆ ที่มีอยู่ในบทเรียนแบบโปรแกรม ในแต่ละกรอบจะมีหมายเลขกำกับไว้เพื่อบอกว่าเป็นกรอบที่เท่าไร ในตอนท้ายของแต่ละกรอบอาจจะมี

คำถามให้ผู้เรียนตอบ

3. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program) คือ บทเรียนที่ผู้เรียนจะต้องเรียน เรียงตามลำดับที่ละกรอบต่อ เนื่องกันไป จากกรอบแรกจนกระทั่งถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบหนึ่งกรอบใดไม่ได้ ไม่ว่านักเรียนเก่งหรือนักเรียนอ่อนจะต้องเรียนเหมือนกันหมดทุกกรอบ สิ่งที่เรียนจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบถัดไป บทเรียนชนิดนี้ส่วนมากมักจะให้ผู้เรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง และให้ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่เติมได้โดยดูจากเฉลยที่อยู่ในกรอบถัดไป

4. แบบสอบ คือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน บทเรียนแบบโปรแกรม แบบสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

5. ประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม คือ คุณภาพของบทเรียนที่จะทำให้ผู้เรียนตอบคำถามต่าง ๆ และทำแบบสอบได้ตามมาตรฐาน 90/90

90 ตัวแรก หมายถึงคะแนนที่นักเรียนทำบทเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 90

90 ตัวหลัง หมายถึงคะแนนที่นักเรียนทำแบบสอบหลังจากเรียนบทเรียนแล้วได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 90

6. นักเรียน คือ นักเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยการทดลองชั้นหนึ่งค่อหนึ่งและการทดลองชั้นกลุ่มเล็ก เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2520 ของโรงเรียนหล่มเก่าพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ สังกัดกรมสามัญศึกษา ส่วนนักเรียนในการทดลองชั้นภาคสนาม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2520 ของโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ สังกัดกรมสามัญศึกษา

วิธีที่จะดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม
2. ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาเรื่อง คณิตศาสตร์เบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. สร้างแบบสอบถามตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ เพื่อใช้ทดสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียน

5. สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

6. ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้น โดยดำเนินการทดลองเป็นชั้น ๆ ดังนี้

6.1 การทดลองชั้น 1 คน 2 ครั้ง

6.2 การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก ทดลองกับนักเรียน จำนวน 10 คน

6.3 การทดลองชั้นภาคสนาม ทดลองกับนักเรียน จำนวน 100 คน

7. ประเมินผลการเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบและความก้าวหน้าในการเรียนรู้

8. ประเมินผลและสรุปผลการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย