

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวรนารีเฉลิม อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา รายวิชาประชากรกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 ห้อง รวมทั้งหมด 180 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวรนารีเฉลิม อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา รายวิชาประชากรกับสิ่งแวดล้อม ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับฉลากจากห้องเรียน 4 ห้องเรียน แล้วสุ่มห้องเรียนจำนวน 2 ห้อง แล้วจับฉลากห้องเรียนแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน เรียนโดยวิธีเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

กลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน เรียนโดยใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย
 - 1.1 แผนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
 - 1.2 แผนการสอนแบบใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
 - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก

การสร้างแผนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักดำเนินการสร้างตามขั้นตอน
ดังนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาและสาระสำคัญของรายวิชาประชากรกับสิ่งแวดล้อม รหัสวิชา ส 053 ตามหลักสูตร พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เพื่อนำไปสร้างแผนการสอน
- 1.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ วารสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ตลอดจนขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ
- 1.3 กำหนดเนื้อหาเพื่อใช้ในการทดลอง ได้แก่ เรื่องสภาพและปัญหาสิ่งแวดล้อม
- 1.4 จากคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา วิเคราะห์เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วสร้างแผนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก จำนวน 16 คาบ ประกอบด้วย
 - 1.4.1 สาระสำคัญ
 - 1.4.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - 1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.4.4 เนื้อหาสาระ
 - 1.4.5 แผนผังความคิดรวบยอดในการเรียนรู้ (Concept Mapping)
 - 1.4.6 สถานการณ์ / ปัญหาที่กระตุ้นการเรียนรู้
 - 1.4.7 การตรวจสอบความคิดรวบยอด
 - 1.4.8 แนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก
 - 1.4.9 กิจกรรมการเรียนการสอน
 - 1.4.10 สื่อการเรียนการสอน
 - 1.4.10 การประเมินผล
 - 1.4.11 บททบทวนหลังสอน

1.5 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแก้ไขความถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไข นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 ท่านซึ่งประกอบด้วยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาสังคมศึกษาและการประเมินผล (ภาคผนวก ก.) ตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปใช้สอนเพื่อทำการวิจัยต่อไป

2. แผนการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์

การสร้างแผนการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร ความมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาและสาระสำคัญของรายวิชาประจำกรมกับสิ่งแวดล้อม รหัสวิชา ส 053 ตามหลักสูตร พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เพื่อนำไปสร้างแผนการสอน

2.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ วารสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับการเรียนแบบกระบวนการกลุ่ม ตลอดจนขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.3 กำหนดเนื้อหาเพื่อใช้ในการทดลอง ได้แก่เรื่อง สภาพและปัญหาสิ่งแวดล้อม

2.4 จากคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา วิเคราะห์เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างแผนการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ จำนวน 16 คาบ ประกอบด้วย

2.4.1 สาระสำคัญ

2.4.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.4.4 เนื้อหาสาระ

2.4.5 กิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย

2.4.5.1 ขั้นนำ

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน โดยวิธีการจับฉลากบัตรหมายเลขที่มีหมายเลขกำกับอยู่เพื่อเข้ากลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มเลือกประธาน เลขานุการ ผู้รายงานและผู้สังเกตการณ์กลุ่มละ 1 คน ครูอธิบายหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม และจะมีการเปลี่ยนหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มทุกครั้งเมื่อเริ่มศึกษาเรื่องใหม่

2.4.5.2 ชั้นสอน

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ การอภิปราย
สถานการณ์จำลอง และกรณีตัวอย่างที่เหมาะสมกับเนื้อหา

2.4.5.3 ชั้นวิเคราะห์ประสบการณ์การเรียนรู้ นักเรียนร่วมกัน
วิเคราะห์ตามหัวข้อที่ครูกำหนดไว้ ผู้สังเกตการณ์รายงานผลการสังเกตที่ตนเห็น

2.4.5.4 ชั้นสรุปและการประยุกต์ใช้ นักเรียนร่วมกันสรุปแนว
ทางการปฏิบัติตัวของนักเรียน และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4.6 การประเมินผล สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆของนักเรียน
ต่อไปนี้

2.4.6.1 ด้านเนื้อหา การอภิปราย การปฏิบัติงาน การร่วมมือใน
การปฏิบัติกิจกรรม

2.4.6.2 ด้านมนุษยสัมพันธ์ ความร่วมมือระหว่างการทำงานกลุ่ม
ความรับผิดชอบและการกล้าแสดงออก

2.4.6.3 ด้านการประยุกต์ใช้ การแสดงความคิดเห็นและให้ความ
ร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม ความรู้ที่ได้แล้วบันทึกลงในสมุด

2.5 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญจำนวน 8 ท่าน(ภาค
ผนวก ก.) ตรวจสอบความความถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสมของการจัดกิจกรรม
การเรียนการสอนและให้ข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปสอนเพื่อทำการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณตามแนวคิดของ เดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew , 1957 : 176 – 190)
ในด้านต่างๆทั้ง 5 ด้าน คือการนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา การจัด
ระบบข้อมูล การเลือกสมมติฐาน การลงสรุป

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 55 ข้อ ลักษณะของแบบทดสอบที่สร้างประกอบด้วย ข้อความที่มีลักษณะเป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง สถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรือ ข้อมูลจากบทความหรือ รายงานต่างๆที่ผู้เรียนพบได้จากการทำงาน การศึกษา การฟังหรือการมีส่วนร่วมในการอภิปราย กับบุคคลอื่นและจากสื่ออุปกรณ์ต่างๆ เช่น การอ่านหนังสือพิมพ์ การฟังวิทยุ การชมโทรทัศน์ เป็นต้น

3. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องของภาษา ความเหมาะสมของตัวเลือก ตัวลวง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไข นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาสังคมศึกษาและการวัดประเมินผล จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก.) ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสงขลาวิทยาคม จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ นำผลการทดสอบที่นักเรียนทำแล้วมาวิเคราะห์เป็นรายชื่อโดยการตรวจให้คะแนน ข้อที่ตอบถูกให้คะแนน 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจสอบและรวมคะแนนแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกเฉพาะข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2538 : 197 - 199) คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .33 ถึง .83 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .30

5. นำแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มแรก จำนวน 100 คน อีกครั้งหนึ่ง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2538 : 197-198) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.77

2.2. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การดำเนินการทดลอง

1. แบบแผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Semi - experimental reseach) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนวิจัยแบบ สอบก่อน – สอบหลัง (Nonrandomized control pretest – posttest design) (ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2538 : 216) มีรูปแบบการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

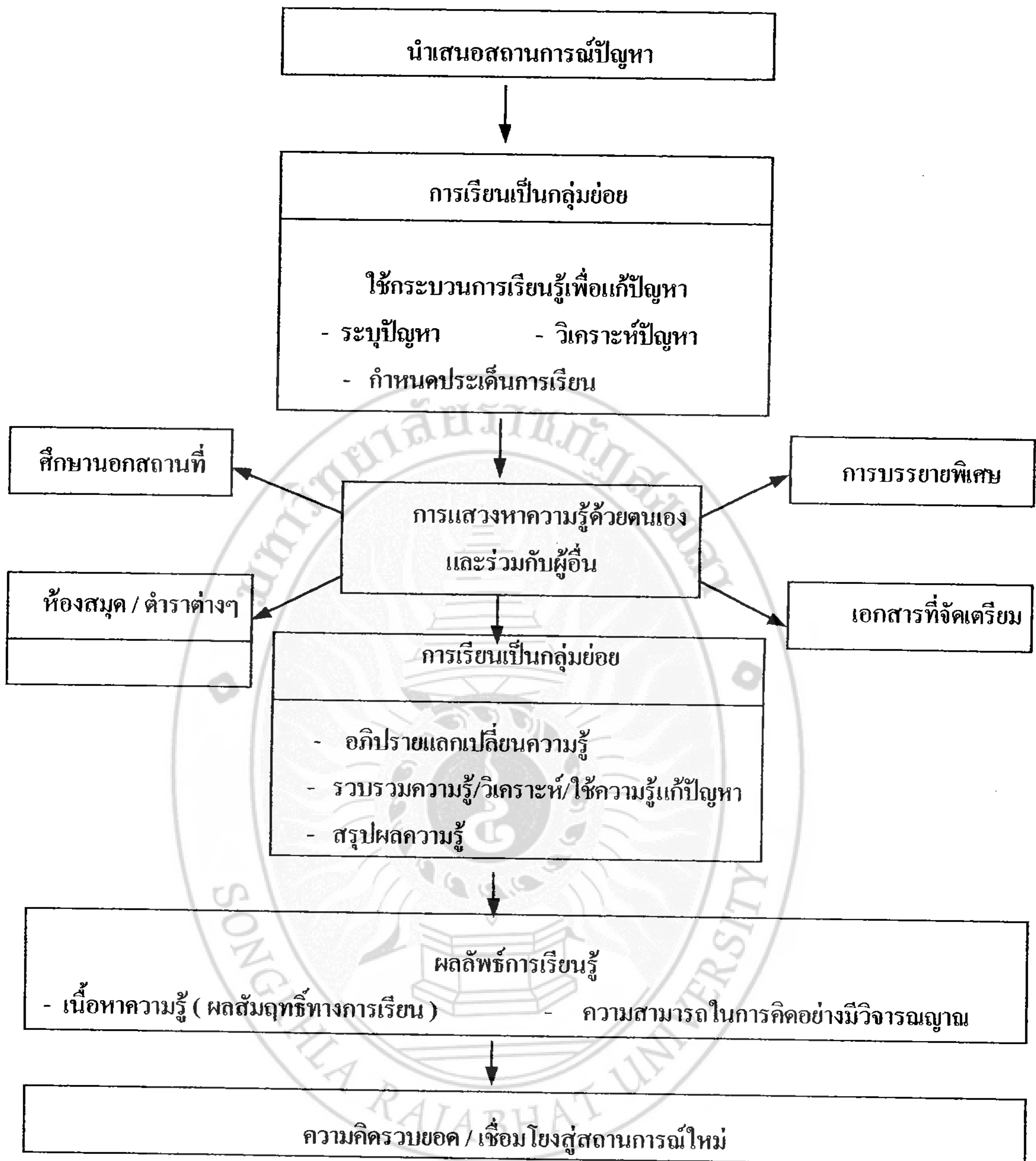
กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂
C	T ₁	~	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- X แทน การจัดการกระทำคือการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
 ~ แทน การจัดการเรียนการสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์
 E แทน กลุ่มทดลอง (Experiment Group)
 C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)
 T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
 T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

2. วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ คือ ผู้วิจัยจัดกลุ่มเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 8 คน จำนวน 5 กลุ่ม และผู้วิจัยมีบทบาทเป็นผู้สอนประจำกลุ่มของทุก ๆ กลุ่ม รูปแบบของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่ผู้วิจัยนำมาใช้มีลักษณะดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 รูปแบบของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่ผู้วิจัยนำมาใช้

วิธีดำเนินการทดลอง

หลังจากนักเรียนได้ลงทะเบียนเลือกวิชา ประชากรกับสิ่งแวดล้อม (ส 053) แล้ว จัดนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการทดลอง

1.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย และทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

1.2 จัดนักเรียนกลุ่มทดลองเข้ากลุ่มการเรียนรู้ กลุ่มละ 8 คน แบบความสามารถและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้า รองหัวหน้าและเลขากลุ่ม ผู้วิจัยอธิบายบทบาทหน้าที่และวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักให้แก่ผู้เรียน ส่วนกลุ่มควบคุม ได้แบ่งกลุ่มนักเรียนในลักษณะเดียวกันคือกลุ่มละ 8 คนแบบความสามารถและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้า รองหัวหน้าและเลขากลุ่ม ผู้วิจัยอธิบายบทบาทหน้าที่และวิธีการเรียนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ให้ผู้เรียนเข้าใจ

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับเรื่องสภาพและปัญหาสิ่งแวดล้อมกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนไว้

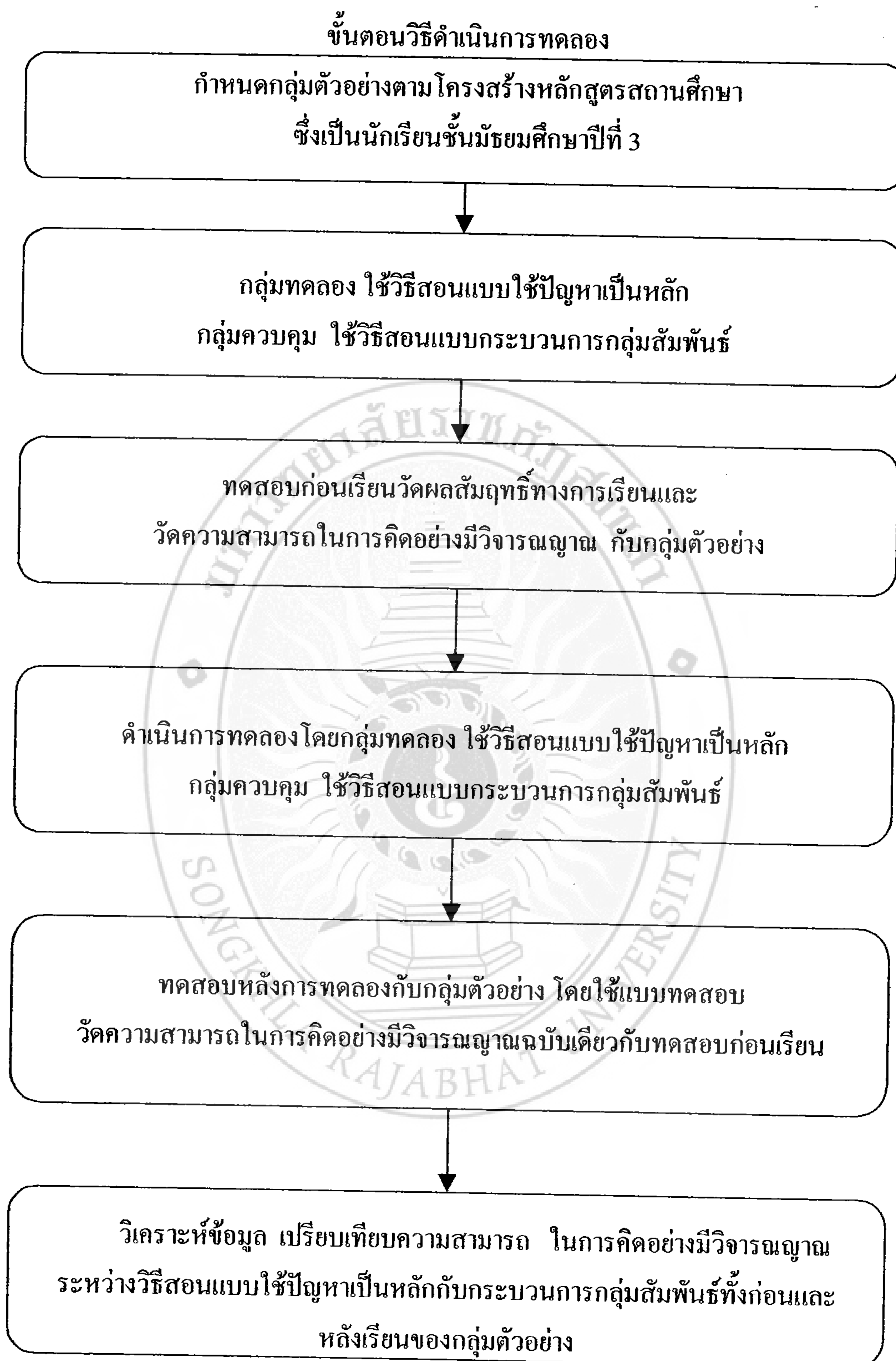
2.2 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลักจำนวน 16 คาบ สัปดาห์ละ 2 คาบ และกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ทั้งสองกลุ่มใช้เนื้อหาเดียวกันและระยะเวลาเท่ากันและผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม

3. ขั้นหลังการทดลอง

3.1 ภายหลังกดำเนินการทดลองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมครบตามเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่งโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ในการทดสอบก่อนการทดลอง

3.2 ตรวจสอบผลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

สำหรับขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว สามารถสรุปได้ดัง ภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินการทดลอง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t- test แบบ Independent

3.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) จากสูตรของ เฟอร์กูสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ . 2538 : 73

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนน
 N แทน จำนวนประชากร

3.1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน จำนวนจากสูตร ของ เอ็ดเวิร์ด (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 76 – 77)

$$s^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N - 1)}$$

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

3.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ โรวิเนลลี และ แสมเบิตตัน เป็นรายชื่อจากสูตร (บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์. 2527 : 89 – 91)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$$\sum R \quad \text{แทน} \quad \text{ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน}$$

$$N \quad \text{แทน} \quad \text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

3.2.2 หากความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรายชื่อโดยใช้สูตร (ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2538 : 210-211)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก
R แทน จำนวนคนตอบถูก
N แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

3.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องสภาพและปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยใช้สูตร (ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2538 : 210-211)

$$r = \frac{R_u - R_L}{N}$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนก
 R_u แทน จำนวนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 R_L แทน จำนวนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3.2.4 หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องสภาพและปัญหาสิ่งแวดล้อม คำนวณจากสูตร KR-20 ของ คูเคอร์ ริชาร์ดสัน (ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 196 - 199)

$$r_{tt} = \frac{N}{N-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_r^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

N	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
		ซึ่ง $= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆหรือคือ $1 - p$
s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

3.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรื่องสภาพและปัญหาสิ่งแวดล้อมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จำนวนโดยใช้ t-test ในรูป ผลต่างของคะแนน (Difference Score) ของ สก๊อต และเวิร์ทเชอเมอร์ (Scott and Wertheimer, 1966 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} \quad : df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S^2_{D_1}}{n_1} + \frac{S^2_{D_2}}{n_2}}$$

$$\text{และ } S^2_{D_1 - D_2} = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าพิจารณาของการแจกแจงแบบ t - distribution
	MD_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
	MD_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
	D_1	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
	D_2	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

S^2D	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่าง ระหว่างการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
$S_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง ระหว่าง การทดสอบหลังการเรียนและก่อนการเรียนของ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

3.3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้ t -test (t -Dependent)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่ (ก่อนและ หลัง ทดลอง)

N แทน จำนวนคู่ของคะแนน (ก่อนและ หลัง ทดลอง)