

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ แบ่งการวิจัยออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 การสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 3 การกำหนดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแบบจำลอง

ตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแบบจำลอง

การดำเนินการวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน โดยการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อตรวจสอบประเด็นสาระสำคัญ องค์ประกอบหรือโครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะและวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ เพื่อช่วยให้สามารถอธิบายถึงองค์ประกอบต่าง ๆ และความสัมพัทธ์ระหว่างองค์ประกอบได้อย่างเป็นระบบข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ได้แก่ ความหมาย องค์ประกอบ แบบจำลอง และพัฒนาการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ หลักการออกแบบและการประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel
3. แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ได้แก่ ความหมายของผังมโนทัศน์ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐาน การสร้างผังมโนทัศน์ การประยุกต์ใช้ผังมโนทัศน์และประโยชน์ในการเรียนการสอน การประเมินผลการสร้างผังมโนทัศน์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบการสอนรายบุคคล ได้แก่ ลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล กระบวนการสอนรายบุคคล และวิธีการออกแบบการสอนรายบุคคล

ตอนที่ 2 การสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการพิจารณาข้อมูลพื้นฐานจากการศึกษาและวิเคราะห์ในตอน 1 แล้วนำมาสังเคราะห์ เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. จากแนวคิดเกี่ยวกับผังมโนทัศน์และแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบและแบบจำลองของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำมาประกอบการสังเคราะห์เพื่อกำหนดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ เพื่อพัฒนาเป็นแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ ซึ่งพบว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 องค์ประกอบคือ

- 1.1 ความเชี่ยวชาญความรู้ (Expertise)
- 1.2 แบบจำลองนักเรียน (Student Model)
- 1.3 ระบบการสอน (Instructional System)
- 1.4 การติดต่อกับนักเรียน (Student Interface)
- 1.5 การสร้างผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

2. จากทฤษฎีทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel ผู้วิจัยได้นำทฤษฎี มาประกอบการสังเคราะห์เป็นสาระสำคัญและองค์ประกอบของแบบจำลอง ดังนี้

2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย นำมากำหนดวิธีการสอนในส่วนของระบบการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ตามแบบจำลอง ก็จะออกแบบการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเช่นกัน ดังนั้นในกระบวนการสอนจะมีองค์ประกอบเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมอย่างเป็นลำดับขั้น ดังนี้

2.1.1 การทดสอบความรู้พื้นฐาน เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมว่ามีเพียงพอที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่หรือไม่ ซึ่งนอกจากเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมแล้วยังเป็นการช่วยกระตุ้นให้เกิดการระลึกถึงความรู้เดิมเพื่อเตรียมพร้อมกับการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

2.1.2 การทบทวนความรู้เดิม เพื่อเป็นการช่วยกระตุ้นให้เกิดการระลึกถึงความรู้เดิมเพื่อเตรียมพร้อมกับการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

2.1.3 การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนโดยใช้บทสรุปล่วงหน้า (Advance Organizer) โดยการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นหลักการกว้างๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาที่กำลังจะเรียน เพื่อให้ นักเรียนเตรียมพร้อมที่จะนำมโนทัศน์ระดับรองมาเชื่อมต่อเป็นลำดับขั้น

2.1.4 การแยกความแตกต่างให้ชัดเจน โดยการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นหลักการทั่วไปก่อนจากนั้นจึงเพิ่มเติมรายละเอียดทีละน้อยจนถึงเรื่องที่เฉพาะเจาะจง เป็นการนำเสนอเนื้อหาอย่างมีระบบเพื่อให้นักเรียนสามารถแยกแยะความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

2.1.5 การนำเสนอเนื้อหาที่สัมพันธ์กัน เป็นการชี้แนะให้เห็นถึงเนื้อหาที่เรียนตั้งแต่หลักการทั่วไปจนถึงรายละเอียดที่เฉพาะเจาะจงมาสัมพันธ์กัน

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย นำมากำหนดข้อมูลที่จะนำมาสร้างเป็นฐานความรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งในฐานความรู้จะบรรจุข้อสอบเพื่อวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ที่มีคุณภาพ ค่าเฉลี่ยและกฎการวินิจฉัย ฐานความรู้ที่เป็นความรู้พื้นฐานที่จะนำเสนอเพื่อทบทวนความรู้เดิม การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนโดยใช้บทสรุปล่วงหน้า (Advance Organizer) ฐานความรู้ที่สามารถแยกความแตกต่างของมโนทัศน์ที่นำเสนอได้อย่างชัดเจน และฐานความรู้ที่เป็นการชี้แนะให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย นำมากำหนดองค์ประกอบการสร้างผังมโนทัศน์ ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบที่ให้นักเรียนลงมือสร้างผังมโนทัศน์ โดยออกแบบให้เป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel คือ นักเรียนจะต้องสร้างผังมโนทัศน์โดยให้มโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างกว้างและครอบคลุมอยู่บนและลดหลั่นลงมาตามลำดับความแคบและเฉพาะเจาะจงของมโนทัศน์ มีเส้นเชื่อมและคำเชื่อมประกอบเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่มีความหมาย

3. จากการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำมาประกอบการสังเคราะห์เป็นแบบจำลองดังนี้

3.1 การกำหนดขั้นตอนการสอนให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยนำข้อมูลส่วนนี้มาเพื่อกำหนดขั้นตอนการสอนในส่วนของระบบการสอน กำหนดเนื้อหาที่จะสอนนักเรียนซึ่งได้รับการจัดเป็นระบบระเบียบในฐานความรู้ที่อยู่ในส่วนความเชี่ยวชาญความรู้ กำหนดรูปแบบการติดต่อกับนักเรียน และออกแบบองค์ประกอบการสร้างผังมโนทัศน์ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนจะลงมือสร้างผังมโนทัศน์ ขั้นตอนการสอนมีดังนี้

3.1.1 สอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ต่างๆ ในบทเรียน

3.1.2 อธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่เป็นวัตถุประสงค์และเหตุการณ์

3.1.3 ให้นักเรียนเลือกมโนทัศน์จากเนื้อหาที่กำหนดให้

3.1.4 ให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากเนื้อหา โดยจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความหมายแคบกว่า

3.1.5 ให้นักเรียนหาค่าเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน

3.1.6 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆ โดยคำนึงถึงลำดับชั้นของมโนทัศน์ จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

3.2 การประเมินผลการสร้างผังมโนทัศน์ของนักเรียน นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ของนักเรียน

4 จากแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างผังมโนทัศน์ การออกแบบสอนรายบุคคล หลักการออกแบบและการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์เพื่อออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์และใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ มีขั้นตอนดังนี้

4.1.1 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดว่าจะให้เกิดอะไรในตัวผู้เรียนหลังจากที่เรียนจบบทเรียนนี้

4.1.2 กำหนดกลุ่มเป้าหมาย เป็นการหาข้อมูลเพื่อให้ทราบว่าใครคือผู้ใช้ระบบ

4.1.3 รวบรวมทรัพยากร เป็นการรวบรวมทรัพยากรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดทั้งด้านเนื้อหา วิธีการสร้างผังมโนทัศน์และการออกแบบการสอน

4.1.4 คัดเลือกทรัพยากร เป็นการคัดเลือกทรัพยากรที่เป็นประโยชน์ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และกลุ่มเป้าหมาย

4.1.5 กำหนดเนื้อหาที่จะสอน เป็นการกำหนดความซับซ้อนของเนื้อหาขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การเรียนรู้และกลุ่มเป้าหมาย

4.1.6 กำหนดรูปแบบการนำเสนอ ประกอบด้วย การนำเสนอเนื้อหา การฝึกปฏิบัติ การให้ข้อมูลย้อนกลับ และทดสอบความเข้าใจ

4.1.7 กำหนดลำดับชั้นในการสอน เป็นการกำหนดว่าจะใช้รูปแบบการสอนอะไรบ้างเพื่อสอนให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้

4.1.8 กำหนดเส้นทางการสอน เป็นการกำหนดเส้นทางที่นักเรียนจะผ่านเข้าไปในระบบ นักเรียนแต่ละคนอาจมีเส้นทางการเรียนไม่เหมือนกัน

4.1.9 การออกแบบและการกำหนดโปรแกรม เป็นการออกแบบตามที่กำหนดไว้ เลือกและเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.2 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ มีขั้นตอนดังนี้

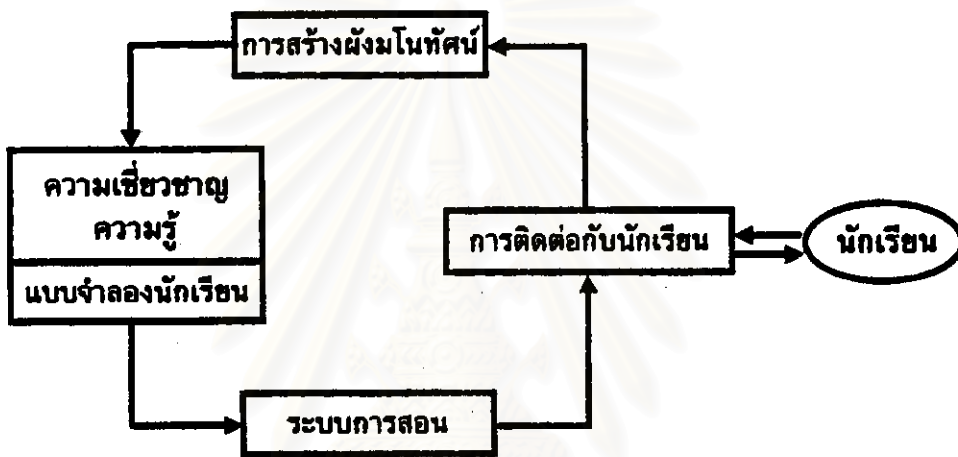
4.2.1 การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมลักษณะเฉพาะและเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

4.2.2 การตรวจสอบโดยการทดลองใช้ เป็นการทดลองใช้บทเรียนที่ออกแบบไว้กับนักเรียนตัวแทนกลุ่มเป้าหมายในสภาพการณ์จริงปกติ ซึ่งแบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดสอบกลุ่มเล็ก และการทดสอบกลุ่มใหญ่

ตอนที่ 3 การกำหนดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนวิธีสร้างผังมโนทัศน์ โดยนำผลที่ได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานมากำหนดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนวิธีการสร้างผังมโนทัศน์ ดังแผนภาพที่ 21

แผนภาพที่ 21 แสดงแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น



แบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) ความเชี่ยวชาญความรู้ 2) แบบจำลองนักเรียน 3) ระบบการสอน 4) การติดต่อกับนักเรียน 5) การสร้างผังมโนทัศน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความเชี่ยวชาญความรู้ (Expertise) เป็นส่วนที่ประกอบด้วยฐานความรู้เกี่ยวกับการสอนวิธีสร้างผังมโนทัศน์แก่นักเรียน ข้อมูลที่นำมาจัดทำเป็นฐานความรู้ได้มาจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านเนื้อหาและการออกแบบการสอน ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาและการวิเคราะห์ภารกิจ ซึ่งฐานความรู้ประกอบด้วย

- 1.1 ข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ของนักเรียนพร้อมคำเฉลยและการวินิจฉัยความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ของนักเรียนจากการทำข้อสอบ
- 1.2 เนื้อหาสำหรับการทบทวนความรู้เดิม
- 1.3 เนื้อหาสำหรับการเสนอบทสรุปล่วงหน้า (Advance Organizer)
- 1.4 เนื้อหาสำหรับสอนการสร้างผังมโนทัศน์ เป็นเนื้อหาที่จะต้องแสดงให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของมโนทัศน์ต่าง ๆ อย่างชัดเจน โดยการจัดเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์กันเป็นลำดับชั้นจากเนื้อหาที่เป็นหลักการกว้าง ๆ แล้วเพิ่มเติมรายละเอียดทีละน้อยจนถึงเรื่องที่

เฉพาะเจาะจง เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ได้ง่ายขึ้น เนื้อหาสำหรับสอน การสร้างผังมโนทัศน์ประกอบด้วย

- 1.4.1 ความหมายของมโนทัศน์
- 1.4.2 การระบุมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเนื้อหา
- 1.4.3 การจัดเรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้าง และครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่มีความหมายแคบกว่า
- 1.4.4 ความหมายของคำเชื่อม
- 1.4.5 ความแตกต่างระหว่างคำที่ใช้สื่อความหมายแทนมโนทัศน์และ คำเชื่อม
- 1.4.6 การเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ด้วยคำเชื่อม

นอกจากเนื้อหาที่ได้มาจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์เนื้อหาและการวิเคราะห์ภารกิจแล้ว เนื้อหาอีกส่วนหนึ่งที่จะนำมาจัดเป็นฐานความรู้ ได้จากการดึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญโดยการสังเกตและสัมภาษณ์ถึงกระบวนการและเหตุผลในการสร้างผังมโนทัศน์ของผู้เชี่ยวชาญ

ความเชี่ยวชาญความรู้ทำงานร่วมกับส่วนการสร้างผังมโนทัศน์ในการตรวจ คำตอบหลังจากที่นักเรียนดำเนินการสร้างผังมโนทัศน์ โดยผ่านการแปลความหมายการตอบสนอง ของนักเรียนที่แบบจำลองนักเรียน

2. แบบจำลองนักเรียน (Student Model) ในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลอง นักเรียนให้ทำหน้าที่เป็นเพียงการแสดงสภาพปัจจุบันในการแปลความหมายของการตอบสนอง ของนักเรียนบนจอภาพเท่านั้น แบบจำลองนักเรียนจึงรวมอยู่กับองค์ประกอบความเชี่ยวชาญ ความรู้ แบบจำลองนักเรียนแสดงความรู้ของนักเรียนในลักษณะของกฎ (Rules) และมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เป็นกฎที่นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนไม่ตรงกับความรู้ผู้เชี่ยวชาญความรู้ ซึ่งกฎเหล่านี้ รวมอยู่ในฐานความรู้ของความรู้ผู้เชี่ยวชาญความรู้ กฎเหล่านี้ได้มาจากการศึกษากระบวนการสร้าง ผังมโนทัศน์ของนักเรียนโดยให้นักเรียนลองสร้างผังมโนทัศน์ จากนั้นสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้าง ผังมโนทัศน์ไม่ถูกต้องทีละคนเพื่อศึกษาว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรจึงเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3. ระบบการสอน (Instructional System) ประกอบด้วยกระบวนการสอนที่จะ นำเสนอต่อนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการสร้างผังมโนทัศน์ และ การสอนทบทวนโดยให้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในระหว่าง ดำเนินการสอน รูปแบบในการนำเสนอประกอบด้วย การนำเสนอเนื้อหา การฝึกปฏิบัติ การให้ ข้อมูลป้อนกลับ การเสริมแรง การชี้แนะ และการทดสอบแต่ละเนื้อหาย่อย โดยระบบการสอนจะรับ ข้อมูลจากส่วนความรู้ผู้เชี่ยวชาญความรู้ว่าจะต้องสอนอะไร กระบวนการสอนสร้างผังมโนทัศน์มีดังนี้

- 3.1 ทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์
 - 3.2 ทบทวนความรู้เดิม
 - 3.3 นำเสนอบทสรุปล่วงหน้า (Advance Organizer)
 - 3.4 สอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ต่าง ๆ ในบทเรียน
 - 3.5 อธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่เป็นวัตถุและเหตุการณ์
 - 3.6 ให้นักเรียนเลือกมโนทัศน์จากเนื้อหาที่กำหนดให้
 - 3.7 ให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากเนื้อหา โดยจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความหมายแคบกว่า
 - 3.8 ให้นักเรียนหาค่าเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน
 - 3.9 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับชั้นของมโนทัศน์ จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง
4. การติดต่อกับนักเรียน (Student Interface) เป็นส่วนที่เกิดการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ต้องเป็นส่วนที่ให้นักเรียนเข้าใจง่ายไม่ยุ่งยากที่นักเรียนจะสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ รูปแบบที่นิยม ได้แก่ การคลิกเมาส์ การลากเมาส์ การพิมพ์ข้อความ การกดปุ่ม Enter การเลือก โดยการทำแถบดำ
5. การสร้างผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เป็นส่วนที่ให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ด้วยการเลือกมโนทัศน์โดยการทำแถบดำที่มโนทัศน์ แล้วคลิกปุ่มเลือกเพื่อเลือกมโนทัศน์นั้น จากนั้นใช้เมาส์ลากมโนทัศน์มาวางตามตำแหน่งที่ต้องการ และพิมพ์คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เหล่านั้น

ตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพของแบบจำลอง

การตรวจสอบคุณภาพของแบบจำลองมีขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ไปขอความเห็นและคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายงานผู้ทรงคุณวุฒิ ภาคผนวก ก.) เพื่อตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณาด้านหลักการและทฤษฎีที่นำมาเป็นพื้นฐาน องค์ประกอบและแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
2. นำแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ ตามแบบจำลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นแล้วนำไปทดลองใช้ มีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 เลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร

ปีการศึกษา 2540 ส่วนกลุ่มตัวอย่างได้จากประชากรดังกล่าว จำนวน 40 คน โดยมีขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1.1 สํารวจโรงเรียนที่เปิดสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีจำนวนนักเรียนเพียงพอที่จะเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างได้ และมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะไม่ต่ำกว่ารุ่น Pentium 75 จำนวนไม่ต่ำกว่า 20 ชุด โดยแต่ละชุดต้องมี 1) จอแสดงผลเป็นแบบ Super VGA 2) ฮาร์ดดิสก์ มีความจุอย่างน้อย 200 เมกกะไบต์ 3) แม้าส์ 4) แป้นพิมพ์ 5) ระบบปฏิบัติการ Windows95 เมื่อสำรวจแล้วพบว่าโรงเรียนที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้มีจำนวนทั้งสิ้น 31 โรงเรียน

2.1.2 ผู้วิจัยจึงดำเนินการสุ่มโรงเรียนที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้มา 1 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากการสุ่มจึงได้โรงเรียนเซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์ ผู้วิจัยจึงขอความร่วมมือจากโรงเรียนดังกล่าว โดยการชี้แจงวัตถุประสงค์ รายละเอียด วิธีการและขั้นตอนในการทดลองรวมทั้งเงื่อนไขในการทดลอง ซึ่งผู้บริหารโรงเรียนยินดีให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกโรงเรียนเซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์เป็นโรงเรียนที่ใช้ทดลองหาคุณภาพของแบบจำลอง

2.1.3 ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มทดลองโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนทั้งสิ้น 130 คน ได้นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 20 คน

2.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเรื่องการสร้างผังมโนทัศน์ แบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างมโนทัศน์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ และแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ เรื่องการสร้างผังมโนทัศน์ มีขั้นตอนดังนี้

2.2.1.1 กำหนดมโนทัศน์ที่จะสอนให้นักเรียนเรียนรู้การสร้างผังมโนทัศน์ ทั้งนี้มโนทัศน์ที่จะสอนต้องเป็นมโนทัศน์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคย

2.2.1.2 ศึกษาแนวคิดและหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

2.2.1.3 ทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) เพื่อศึกษากระบวนการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างผังมโนทัศน์ (ดูรายงานผู้เชี่ยวชาญ ภาคผนวก ข.) โดยการนำเนื้อหา เรื่อง ลักษณะของสัตว์ในคลาสอะแรนนิดา ซึ่งเป็นเนื้อหาเดียวกับเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะไปให้ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการสร้างผังมโนทัศน์จากเนื้อหาดังกล่าว โดยระหว่างที่ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการสร้างผังมโนทัศน์ผู้เชี่ยวชาญจะต้องพูดใน

สิ่งที่คิดตลอดเวลา เมื่อตอนใดที่ผู้วิจัยสงสัยผู้วิจัยจะซักถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญอธิบายกระบวนการคิดเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลมาสร้างเป็นฐานความรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

2.2.1.4 ทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) เพื่อศึกษาโอกาสที่นักเรียนจะเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการสร้างผังมโนทัศน์จากเนื้อหา เรื่อง ลักษณะของสัตว์ในคลาสอะแรนนิดา ซึ่งเป็นเนื้อหาเดียวกับเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนนทพรวิเทศ และโรงเรียนบางมดวิเทศา ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มนักเรียนเพื่อทำการศึกษาค้างละ 10 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนให้สามารถสร้างผังมโนทัศน์ได้ โดยสอนตามขั้นตอนที่ได้จากการศึกษากระบวนการคิดในการสร้างผังมโนทัศน์ของผู้เชี่ยวชาญ หลังจากสอนเสร็จให้นักเรียนลองสร้างผังมโนทัศน์จากเนื้อหาเดียวกัน จากนั้นสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างผังมโนทัศน์ไม่ถูกต้องทีละคนเพื่อศึกษาว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรจึงเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และผู้วิจัยได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมจนสามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการสร้างผังมโนทัศน์ของนักเรียนได้ทำการศึกษากับนักเรียนครั้งละ 10 คนเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าจะพบว่าเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซ้ำ ๆ กันและไม่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใหม่เกิดขึ้นมา

2.2.1.5 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานำร่อง (Pilot Study) จากข้อ 2.2.1.4 และข้อ 2.2.1.5 ไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ เพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ ตามแบบจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2.1.6 ทาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1.6.1 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะและทางด้านเนื้อหา 4 ท่าน (ดูรายนามผู้เชี่ยวชาญ ภาคผนวก ก.) ตรวจสอบความถูกต้องทั้งด้านเนื้อหาและการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ และแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2.1.6.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางบัวทอง เป็นนักเรียนที่ยังไม่เคยเรียนรู้เรื่องการสร้างผังมโนทัศน์มาก่อน โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 1 คน ให้นักเรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะจนจบบทเรียนในระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยจะสังเกตการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างใกล้ชิดเพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อมูลที่ได้รับ

2.2.1.6.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 5 คน โดยให้นักเรียนแต่ละคนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะจนจบบทเรียนครั้งละ 1 คน เพื่อตรวจสอบดูว่าบทเรียนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วนั้น จะช่วยให้นักเรียนสามารถบรรลุ

วัตถุประสงค์ได้ดีขึ้นถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 แล้วหรือไม่ ผลการทดลองในรอบแรกปรากฏว่า คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.31 ซึ่งถือว่ายังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้และมีจุดประสงค์ย่อยที่นักเรียนยังไม่บรรลุตามเกณฑ์ร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมด ได้แก่ จุดประสงค์ย่อยที่ 1,4,6 จึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ดำเนินการทดลองรอบที่สอง ผลปรากฏว่า คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 95.17 และมีนักเรียนที่สามารถบรรลุผลในทุกจุดประสงค์ย่อย ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.2.1.6.4 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจนมีมาตรฐานสูงผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว ไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 20 คน โดยให้นักเรียนแต่ละคนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ หลังจากเรียนจบบทเรียนให้ตรวจสอบว่านักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หรือไม่ ผลปรากฏว่า คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 93.79 และมีนักเรียนที่สามารถบรรลุในทุกจุดประสงค์ย่อย ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งถือว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะที่สร้างตามแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.2.2 การสร้างแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ มีขั้นตอนดังนี้

2.2.2.1 ศึกษาเนื้อหาและวิธีการสอนให้นักเรียนสร้างผังมโนทัศน์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการจะทดสอบความรู้พื้นฐาน

2.2.2.2 กำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ โดยดูจากเนื้อหาและวิธีการสอนที่มีผู้ศึกษาค้นคว้าไว้

2.2.2.3 พัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยจัดทำเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จำนวนข้อสอบทั้งหมดมี 19 ข้อ

2.2.2.4 นำแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบตรงตามเนื้อหา (Content Validity) พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะแล้วดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.2.2.5 นำแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยวิธีคูเดอริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) ใช้สูตร KR-21 โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางบัวทอง จำนวน 100 คน ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ เท่ากับ 0.68 และหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 แล้วนำสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกต้องแต่ละข้อของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำไปเทียบในบัญชี

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของจุฑาพาน คัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากอยู่ระหว่าง .20-.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้จำนวน 10 ข้อ พร้อมทั้งปรับปรุงตัวเลือกบางตัวที่ไม่เหมาะสม

2.2.2.6 นำแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยวิธีคูเดอริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) ใช้สูตร KR-21 โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางบัวทอง ที่ยังไม่เคยทำแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์นี้มาก่อน จำนวน 100 คน ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้พื้นฐาน เท่ากับ 0.67 และหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 ปรากฏว่าข้อสอบในแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ระดับความยากอยู่ระหว่าง .41-.55 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .46-.82

2.2.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.2.3.1 ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวกับการวัดผลผังมโนทัศน์ การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์แบบอัตนัยและศึกษาเนื้อหาในบทเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์

2.2.3.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุตามเนื้อหาที่กำหนด

2.2.3.3 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย โดยแบบวัดที่สร้างขึ้นจะต้องครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด แล้วนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.2.2.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางบัวทอง ที่ได้ผ่านการเรียนวิธีการสร้างผังมโนทัศน์แล้ว จำนวน 74 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 จากนั้นจึงวิเคราะห์หาความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ α (α -coefficient) ผลปรากฏว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์จากการสร้างผังมโนทัศน์ มีระดับความยากอยู่ระหว่างร้อยละ 45.38-59.56 ซึ่งมีความยากอยู่ในระดับปานกลาง และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่างร้อยละ 33.54-34.22 ซึ่งมีอำนาจจำแนกได้พอสมควรค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85

2.2.4 การสร้างแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.2.4.1 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ การประเมินผลสื่อการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

2.2.4.2 กำหนดองค์ประกอบที่สำคัญของโครงสร้างภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะที่จะบ่งชี้ถึงคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ

2.2.4.3 สร้างแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scale) มีการจัดลำดับ 5 ระดับ โดยแบบประเมินผลที่สร้างขึ้นจะต้องครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญของโครงสร้างภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะที่กำหนด ซึ่งประกอบด้วย การประเมินผลด้านลักษณะเฉพาะตามประเภทของสื่อ จำนวน 7 ข้อ ด้านมาตรฐานการออกแบบ จำนวน 29 ข้อ ด้านมาตรฐานทางเทคนิควิธีการ จำนวน 7 ข้อ ด้านมาตรฐานความสวยงาม 5 ข้อ และด้านเนื้อหาสาระ จำนวน 8 ข้อ แล้วนำแบบประเมินผลที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 กำหนดแบบแผนการทดลอง

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์ที่สร้างตามแบบจำลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ใช้แบบวิจัยที่มีกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม และมีการทดสอบหลังการทดลองอย่างเดียว (Posttest-Only Control Group Design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

R X O₂

R O₂

R หมายถึง มีการสุ่มผู้รับการทดลอง

X หมายถึง การจัดการกระทำหรือการให้ตัวแปรทดลอง

O₂ หมายถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์หลังเรียน

3.2 การควบคุมตัวแปรเกิน ผู้วิจัยดำเนินการควบคุมตัวแปรเกินที่จะส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ของนักเรียนดังนี้

3.2.1 ตัวแปรด้านเนื้อหา ผู้วิจัยควบคุมโดยใช้เนื้อหาหลักเป็นเนื้อหาเดียวกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2.2 ตัวแปรด้านช่วงเวลาที่ทำเนิการทดลอง ผู้วิจัยควบคุมโดยดำเนินการทดลองในช่วงเวลาเดียวกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2.3 ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ผู้วิจัยควบคุมโดยนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนโรงเรียนเดียวกันจึงอยู่ในสภาพแวดล้อมทางการเรียนเหมือนกัน

3.2.4 ตัวแปรด้านความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่าไม่แตกต่างกัน (ดังปรากฏในตารางที่ 2)

3.3 ดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองดังนี้

3.3.1 วัดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะสอนการสร้างผังมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อนำคะแนนความรู้พื้นฐาน เรื่อง การสร้างผังมโนทัศน์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนน โดยใช้การทดสอบค่า t (t-test) ก่อนการทดสอบค่า t ผู้วิจัยได้ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ก่อน ผลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบค่า F เพื่อทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	F
กลุ่มทดลอง	20	8.50	13.11	1.05
กลุ่มควบคุม	20	8.15	12.45	

$P < .05$

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าความแปรปรวนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ ดังนั้นจึงต้องทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์โดยใช้การทดสอบค่า t (t-test) ชนิด Pooled Variance ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบค่า t เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบวัดความรู้พื้นฐานในการสร้างผังมโนทัศน์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	20	8.50	13.11	0.44
กลุ่มควบคุม	20	8.15	12.45	

$P < .05$

จากตารางที่ 2 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน เรื่อง การสร้างผังมโนทัศน์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

3.3.2 ดำเนินการสอนโดยให้กลุ่มทดลองเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิธีสร้างผังมโนทัศน์ตามขั้นตอนของ สุนีย์ สอนตระกูล ที่ได้สังเคราะห์มาจากขั้นตอนการสอนสร้างผังมโนทัศน์ของ Novak และของ Ault ซึ่งผ่านการตรวจสอบแล้วว่ามีความถูกต้อง

3.3.3 หลังจากสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทันที แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการวิเคราะห์

4. วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการวัดผลสัมฤทธิ์ในการสร้างผังมโนทัศน์โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์จากการสร้างผังมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลองด้วยสถิติ t-test

แผนภาพที่ 22 แสดงขั้นตอนในการวิจัย

