

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง "การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี" มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี มีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเจอร์เบล แนวคิดเกี่ยวกับการใช้โครงสร้างความคิดล่วงหน้า แนวคิดเกี่ยวกับการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแนวคิดเกี่ยวกับการใช้แผนผังรูปตัววีในการเรียนการสอน ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาเคมีตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533

3. สังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเจอร์เบล แนวคิดในการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของออสเจอร์เบล แนวคิดในการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของโนแวน และแนวคิดในการใช้แผนผังรูปตัววีของโกวิน

4. กำหนดระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ซึ่งประกอบด้วย ตัวป้อน กระบวนการ และผลผลิตโดยนำหลักการจากผลการวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎี และข้อมูลพื้นฐานจากข้อ 1-3 มาประกอบ

5. ตรวจสอบคุณภาพของระบบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.1 นำระบบการเรียนการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

5.2 นำระบบการเรียนการสอนไปใช้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 เตรียมการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนทั้ง ด้านตัวป้อน ด้านกระบวนการและด้านผลผลิต

5.2.2 ดำเนินการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน

6. ประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนระหว่างการทดลองใช้และเมื่อสิ้นสุดการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ได้ผลดังนี้

จากการที่ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอนธรรมชาติของวิชาเคมี การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาเคมี ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล ผู้วิจัยนำแนวคิดจากทฤษฎีที่ได้ศึกษามากำหนดเป็นหลักการ จุดมุ่งหมายของระบบการเรียนการสอน กลไกควบคุม รวมทั้งแนวทางในการวัดผลการเรียนรู้ที่มีความหมาย และได้นำแนวคิดในการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของออสเชเบล แนวคิดในการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนทัศน์ของโหนดและแนวคิดในการใช้แผนผังรูปตัววีของโกวิน มาผสมผสานโดยคำนึงความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ มากำหนดเป็นองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนในส่วนของการจัดการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี หลังจากนั้นจึงนำระบบที่พัฒนาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแล้วนำเสนอแนะมาปรับปรุงเป็นระบบการเรียนการสอนที่นำไปใช้ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนามีดังนี้

ก. หลักการของระบบการเรียนการสอน

- (1) การจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมีอย่างเป็นระบบจะทำให้การผู้เรียนเรียนวิชาเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) ในการสอนวิชาเคมีควรจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด
- (3) การที่ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมในวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนอย่างเพียงพอจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ใหม่ในวิชาเคมีไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้
- (4) การสร้างความตั้งใจให้แก่ผู้เรียนในการเรียนวิชาเคมีจะช่วยให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่ทางเคมีเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างทางพุทธิปัญญา
- (5) การที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีสามารถใช้วิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ทางเคมีที่ได้เรียนกับความรู้ทางเคมีที่มีอยู่เดิมได้ดังต่อไปนี้คือ

(5.1) การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าสำหรับเนื้อหาในวิชาเคมี จะช่วยทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมโยงความรู้ใหม่ทางเคมีที่จะเรียนกับความรู้ทางเคมีที่มีอยู่เดิม

(5.2) การใช้แผนผังรูปตัววีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางเคมี โดยใช้กระบวนการทางเคมีและชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีที่มีอยู่เดิมกับกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่

(5.3) การให้ผู้เรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยให้ผู้เรียนจัดระบบความรู้ทางเคมีที่ได้เรียนรู้นี้ใหม่กับความรู้ทางเคมีที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างทางพุทธิปัญญาโดยนำมาเชื่อมโยงกันอย่างเป็นลำดับขั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจง

อ. จุดมุ่งหมายของระบบการเรียนการสอน

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเนื้อหาความรู้ทางเคมีใหม่ ๆ ตามบทเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

ค. โครงสร้างของระบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย ตัวป้อน กระบวนการ ผลผลิต และกลไกควบคุมสามารถกำหนดเป็นองค์ประกอบโดยละเอียดได้ดังนี้

ตัวป้อน ประกอบด้วย

1. ด้านจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ประกอบด้วย
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมีที่จะนำระบบไปใช้
 - 1.2 ค่าอธิบายรายวิชาเคมีที่จะนำระบบไปใช้
2. ด้านเนื้อหาวิชาเคมี ประกอบด้วย
 - 2.1 มโนทัศน์ที่จะสอน
 - 2.2 เนื้อหาที่จัดหมวดหมู่และจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์เฉพาะเจาะจง
 - 2.3 โครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววีแม่แบบ
3. ด้านตัวนักเรียน ประกอบด้วย
 - 3.1 มโนทัศน์พื้นฐานสำหรับเรื่องที่จะเรียนในแต่ละบทเรียน
 - 3.2 ทักษะในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี

4. ด้านสื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วย
 - 4.1 แผนการสอนวิชาเคมีโดยใช้วีซีดีนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า
แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี
 - 4.2 อุปกรณ์ประกอบการสอนรวมทั้งอุปกรณ์การทดลอง
 - 4.3 แบบบันทึกแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี
ของนักเรียน
5. ด้านตัวครู ประกอบด้วย
 - 5.1 ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการ
การเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี
6. ด้านเครื่องมือประเมินผล
 - 6.1 แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน
 - 6.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
 - 6.3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

กระบวนการ

กระบวนการเรียนการสอนบทเรียนที่เป็นเนื้อหา ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1 การทดสอบมโนทัศน์พื้นฐานก่อนสอน และสอนบททบทวนมโนทัศน์ที่นักเรียน
ยังขาดอยู่
- 2 ขั้นนำ ประกอบด้วย
 - (1) แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
 - (2) ทบทวนความรู้เดิม
 - (4) ถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน
- 3 ขั้นสอน ประกอบด้วย
 - (1) ครูนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของเรื่องที่จะเรียน
 - (2) สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และเกิดการเชื่อมโยงระหว่าง
มโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ โดยใช้การอธิบาย การอภิปราย
หรือวิธีการสอนให้เกิดมโนทัศน์แบบอื่น

4 ขั้นสรุป

ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อสรุปเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ได้เรียนและกับมโนทัศน์เดิม

5 ขั้นประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก

- (1) การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่ครูเตรียมไว้
- (2) การซักถามระหว่างเรียน
- (3) การทำแบบฝึกหัดท้ายบท
- (4) การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียนสร้างขึ้นตามหัวข้อที่กำหนด

ผลผลิต ประกอบด้วย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี
2. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

กลไกควบคุม ประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การใช้คำถาม
2. การสังเกตความตั้งใจในการเรียนโดยสังเกต
 - 2.1 การร่วมกิจกรรมในห้องเรียน
 - 2.2 พฤติกรรมทางวาจา
 - 2.3 ท่าทาง
 - 2.4 ปฏิสัมพันธ์กับครู
3. การเสริมแรง
4. การให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback)
5. การให้ความสนใจนักเรียนอย่างทั่วถึง

กระบวนการเรียนการสอนบทเรียนที่เป็นการทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1 การทดสอบมโนทัศน์พื้นฐานก่อนสอน และสอนทบทวนมโนทัศน์ที่นักเรียนยังขาดอยู่
- 2 ขั้นนำ ประกอบด้วย
 - (1) แจกจุดประสงค์การเรียนรู้
 - (2) ทบทวนความรู้เดิม
 - (4) ตามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

3 ขั้นสอน ประกอบด้วย

- (1) ครุ นำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของเรื่องที่จะเรียน
- (2) สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และเกิดการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ โดยให้นักเรียนทำการทดลองและสร้างแผนผังรูปตัววีประกอบเรื่องที่ทดลอง

4 ขั้นสรุป

ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อสรุปเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ได้เรียนและกับมโนทัศน์เดิม

5 ขั้นประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก

- (1) การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่ครูเตรียมไว้
- (2) การซักถามระหว่างเรียน
- (3) การทำแบบฝึกหัดท้ายบท
- (4) การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และการเขียนแผนผังรูปตัววีของนักเรียนตามหัวข้อที่กำหนด

ผลผลิต ประกอบด้วย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี
2. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

กลไกควบคุม ใช้วิธีการเช่นเดียวกับกลไกควบคุมสำหรับบทเรียนที่เป็นเนื้อหา

ตอนที่ 2 ผลประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการนำระบบการเรียนการสอนไปใช้

ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาจากการทำไปทดลองใช้ในวิชาเคมีกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีเป็นไปตามเกณฑ์ของระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยตั้งไว้ทุกคน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายเป็นไปตามเกณฑ์ของระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยตั้งไว้ทุกคน

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีตามแนวคิดของออสเชล โนแวนด์ และ โกวิน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งการสอบกลางภาคและการสอบปลายภาค

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี มีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งวัดตอนปลายภาค

5. จากการสำรวจความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาเคมีเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี พบว่าครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่าการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สอนวิชาเคมี ลำดับขั้นตอนการสอนในกระบวนการของระบบมีความชัดเจน ครูสามารถผลิตอุปกรณ์การสอนได้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แม่แบบ รวมทั้งเขียนแผนผังรูปตัววีแม่แบบได้ ส่วนนักเรียนก็สามารถสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และเขียนแผนผังรูปตัววีตามบทเรียนได้อย่างไรก็ตามครูเห็นว่าการให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อสรุปบทเรียนและเขียนแผนผังรูปตัววีในส่วนที่เป็นด้านความคิดควรให้ทำเป็นภาระบ้าน เพราะต้องใช้เวลาจะทำให้ครูสอนเนื้อหาได้ไม่จบตามที่หลักสูตรกำหนดไว้

การอภิปรายผล

ในการอภิปรายผลการวิจัยนั้น ผู้วิจัยแบ่งเป็น 6 ประเด็น ดังนี้

1. การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีตามแนวคิดของออสเชล โนแวนด์ และ โกวิน

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาระหว่างทดลองใช้และเมื่อสิ้นสุดการทดลองใช้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี

4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีตามแนวคิดของออสเชล โนแวนด์ และ โกวิน

5. ข้อค้นพบเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้
6. ความคิดเห็นของครูเคมีเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอน
เรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีตามแนวคิดของออสซูเบล โจนแวก และโกวิน

1. ผลการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี

ในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี
นี้พบว่า เป็นการนำแนวคิดในการที่จะนำวิธีการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของออสซูเบล การใช้
แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของโจนแวกและการใช้แผนผังรูปตัววีของโกวินมาใช้ในการ
จัดการเรียนการสอนกับวิชาเคมีในลักษณะการจัดเป็นระบบการเรียนการสอน ในการพัฒนาระบบนั้น
ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะจัดองค์ประกอบทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยจัดเป็นด้าน
ตัวป้อน ซึ่งได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ตัวครู ตัวนักเรียน สื่อประกอบการเรียนการสอน
เครื่องมือประเมินผล ด้านกระบวนการนี้ได้นำวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมี
ความหมาย ซึ่งได้แก่ การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า(advance organizer) การสร้าง
แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์(concept map) และแผนผังรูปตัววี(vee diagram)
ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย(meaningful verbal learning)
ของออสซูเบล(Ausubel)ซึ่งกล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สามารถ
เชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมในโครงสร้างทางปัญญา(cognitive structure) ที่อยู่ในสมอง
ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นหลักการสอนได้ คือ สอนความรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับความรู้เดิม จากความคิด
ดังกล่าวผู้วิจัยจึงนำมาพัฒนาเป็นระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี
และมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่าการใช้แนวคิดของออสซูเบล โจนแวกและโกวิน สามารถทำให้ผลการเรียนรู้
ของผู้เรียนทั้งในประเทศและต่างประเทศดังนี้

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเท่าที่ผู้วิจัยได้พยายาม
ศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยที่เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและเสนอแนวปฏิบัติเพื่อพัฒนา
การเรียนการสอนโดยมีหลักการหรือทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ มาเป็นพื้นฐานแล้วนำไปทดลองใช้และ
เผยแพร่ต่อไป สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงสร้างความคิดล่วงหน้า การใช้
แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววีนั้นก็ได้พัฒนาเป็นระบบการเรียนการสอน
ไว้เพียงแต่นำวิธีการสอนแต่ละแบบไปทดลองใช้เปรียบเทียบกับวิธีการสอนตามปกติแล้วคุณลักษณะ
เปรียบเทียบหรือใช้ร่วมกัน เช่น งานวิจัยลูอิส(Lewis, 1986) ได้ศึกษาผลของการนำเสนอโครงสร้าง

ความคิดล่วงหน้า(advance organizer) คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา พบว่าการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการวิชาชีววิทยาสูงขึ้น ส่วนงานวิจัยของโนแวก โกวิน และโจฮันเซน(Novak Gowin and Johansen, 1983) ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์(concept map) และแผนผังรูปตัววี(vee diagram) กับนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ในวิชาเคมีพบว่า จากการประเมินผลการเรียนรู้จากแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นพบว่า นักเรียนสามารถเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้อย่างมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ประเมินถึงร้อยละ 77.53 และเขียนแผนผังรูปตัววีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและมโนทัศน์ทางเคมีกับการสืบเสาะหาความรู้ในปัญหาการทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 13-14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน เจอร์แมน(Germann, 1987) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมการสอนที่เรียกว่า "DIAL(SPS)2"(Directed Inquiry - Approach to Learning Science Process Skill and Scientific Problem Solving) ซึ่งใช้ยุทธศาสตร์การสอนต่าง ได้แก่ การจัดกิจกรรมแบบแนะแนวทาง การนำเสนอสถาปัตยกรรมความคิดล่วงหน้า(Advance Organizer) การใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี กับนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมนี้ซึ่งมีระดับผลการเรียนปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีผลการเรียนสูงกว่าที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งแสดงว่า โปรแกรมการเรียนนี้สามารถพัฒนาให้นักเรียนที่เรียนปานกลาง ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางเคมีสูงขึ้นทัดเทียมกลุ่มที่เคยมีผลการเรียนสูงกว่า

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการนำเสนอสถาปัตยกรรมความคิดล่วงหน้าในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของ ศักดิ์สิน สมอุมจารย์ (2529) ซึ่งทดลองใช้กับวิชาชีววิทยา พบว่ากลุ่มที่มีการนำเสนอสถาปัตยกรรมความคิดล่วงหน้ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนงานวิจัยที่ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เช่น งานวิจัยของ พัทธกะเจริญวานิช (2532) และ สุนัย สอนตระกูล(2534)ซึ่งได้นำไปใช้ในวิชาชีววิทยา ได้ผลการวิจัยตรงกันคือ กลุ่มที่ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 งานวิจัยที่ใช้แผนผังรูปตัววี เช่น งานวิจัยของ บิวศรี ประวะภูโต(2533)ซึ่งได้นำแผนผังรูปตัววีไปใช้สอนวิชาชีววิทยาผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สำหรับการที่ผู้วิจัยเลือกพัฒนาระบบการเรียนการสอนกับวิชาเคมีนั้น เนื่องจาก วิชาเคมีนี้เป็นวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาซึ่งมีลักษณะ เป็นนามธรรมและซับซ้อนและมีการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วย จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายโดยเริ่มจากการจัดระเบียบความคิดของนักเรียนในเรื่องที่จะสอนเสียก่อนโดย การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแล้วสอนให้นักเรียนเข้าใจแก่นแท้ตามบทเรียนโดยการ อภิปราย อธิบาย และการทดลองในการทดลองของนักเรียนตามบทเรียนนั้นๆควรมีเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแก่นแท้ที่เดิมหรือหลักการที่เกี่ยวข้องกับแก่นแท้ที่จะได้เรียนรู้จากการทดลองนั้นด้วย และเมื่อจบบทเรียนแต่ละหัวข้อก็ควรมีเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนจัดหมวดหมู่ของ ความรู้หรือแก่นแท้ที่ได้รับให้สัมพันธ์กันอย่างเป็นลำดับขั้น ผลจากการจัดหมวดหมู่ของความรู้ในแง่ก จากจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายแล้วยังช่วยให้นักเรียนสามารถจำสิ่งที่เรียน ได้ในอีกด้วย

จากแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเป็นระบบการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และแนวคิดของออสซูเบล โทแวนด์ และโกวิน ผู้วิจัยนำมากำหนดเป็น หลักการและจุดมุ่งหมายของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีที่ ผู้วิจัยพัฒนาดังนี้

หลักการของระบบการเรียนการสอน

(1) การจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมีอย่างเป็นระบบจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ วิชาเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ

(2) ในการสอนวิชาเคมีควรจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติ ของวิชาวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด

(3) การที่ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมในวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนอย่าง เพียงพอจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ใหม่ในวิชาเคมีไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้

(4) การสร้างความตั้งใจให้แก่ผู้เรียนในการเรียนวิชาเคมีจะช่วยให้ผู้เรียน พร้อมทั้งจะเชื่อมโยงความรู้ใหม่ทางเคมีเข้ากับความรู้ทางเคมีที่มีอยู่เดิมในโครงสร้าง ของความรู้

(5) การที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิชาเคมีอย่างมีความหมาย สามารถ ใช้วิธีการที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ทางเคมีที่ได้เรียนกับความรู้ ทางเคมีที่มีอยู่เดิมได้ดังต่อไปนี้คือ

(5.1) การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าสำหรับเนื้อหาในวิชาเคมีจะช่วยทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ทางเคมีที่จะเรียนกับความรู้ทางเคมีที่มีอยู่เดิม

(5.2) การใช้แผนผังรูปตัววีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางเคมีโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีที่มีอยู่เดิมกับกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์

(5.3) การให้ผู้เรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยให้ผู้เรียนจัดระบบความรู้ทางเคมีที่ได้เรียนรู้ใหม่กับความรู้ทางเคมีที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างของความรู้ โดยนำมาเชื่อมโยงกันอย่างเป็นลำดับขั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจง

จุดมุ่งหมายของระบบการเรียนการสอน

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเนื้อหาความรู้ทางเคมีใหม่ ๆ ตามบทเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาเนอกจากจะใช้การวิเคราะห์และสังเคราะห์หลักการทางทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในการจัดระบบแล้วยังมีการตรวจสอบคุณภาพของระบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนเคมีทำให้มีการปรับปรุงระบบการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นเพื่อที่จะสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ดังนั้นในการจัดระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจึงคำนึงถึงคุณสมบัติและลักษณะของนวัตกรรมทางการศึกษาที่สังคมยอมรับซึ่งพอสรุปได้ดังนี้ (1) ค่าใช้จ่ายในการจัดหาและการใช้นวัตกรรมนั้นต้องไม่แพงเกินไป (2) มีความสะดวกในการใช้ (3) นวัตกรรมที่สำเร็จรูปเป็นชุดมีอุปกรณ์ในการใช้ครบ (4) เข้าใจง่ายและใช้ง่าย (5) ต้องไม่แตกต่างจากสิ่งเดิมมากเกินไป แต่อย่างไรก็ตามนวัตกรรมก็ควรจะแตกต่างจากของเดิมอย่างชัดเจนเพราะอาจทำให้สังคมเห็นว่าไม่จำเป็น จึงไม่ให้ความสนใจ (Miles 1964 อ้างถึงใน สาลี ทองธำ, 2526)

จากคุณสมบัติและลักษณะของนวัตกรรมทางการศึกษาที่จะนำไปสู่การยอมรับข้างต้น ผู้วิจัยจึงจัดระบบการเรียนการสอนในลักษณะสำเร็จรูป กล่าวคือ ให้รายละเอียดที่ครอบคลุมทั้งระบบซึ่งประกอบด้วยตัวป้อนกระบวนการ และผลผลิตที่ต้องการ อีกทั้งอุปกรณ์การเรียนการสอนก็มีราคาถูก เช่น การบันทึกแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีของนักเรียนที่ใช้กระดาษที่ทุกโรงเรียนมีใช้กันโดยทั่วไป การทดลองก็ใช้อุปกรณ์ที่โรงเรียนมีอยู่แล้ว นอกจากนี้ยังระบุเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลตามระบบการเรียนการสอน เช่น แบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายและแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี จากสิ่งที่ดีที่ให้แก่ผู้

ทำให้ระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีลักษณะที่ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรได้

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบระหว่างการศึกษาทดลองใช้และเมื่อนำสู่สถานการณ์การใช้ระบบการเรียนการสอน

2.1 จากการตรวจให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นตามหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนด ในบทเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยา พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีเป็นไปตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดทุกคน ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิมที่ในโครงสร้างทางปัญญาอันจะนำไปสู่การเรียนรู้อย่างมีความหมายตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล เนื่องนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนและฝึกให้สร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีมาก่อน บทเรียนที่ทดลองใช้ระบบแล้ว ประกอบกับผู้วิจัยได้ให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีทุกแผนผังที่นักเรียนส่งซึ่งนักเรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีให้ถูกต้องมากขึ้น

2.2 จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีโดยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นตามการจำแนกระดับจุดประสงค์การเรียนรู้ของออสซูเบลหลังจากที่นักเรียนเรียนจบเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองทุกคนสามารถทำคะแนนในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำทุกคน (ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งอาจเนื่องมาจากกระบวนการเรียนการสอนในระบบการเรียนการสอน เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในทุกขั้นของการสอน โดยเริ่มจากการทดสอบมโนทัศน์พื้นฐานของผู้เรียนว่ามีเพียงพอที่จะเรียนรู่มโนทัศน์ใหม่หรือไม่ถ้ายังมีไม่เพียงพอก็จะมีการสอนเสริมในมโนทัศน์ที่นักเรียนยังขาดอยู่ จากนั้นจึงให้โครงสร้างความคิดล่วงหน้าสำหรับสิ่งที่จะเรียนเพื่อช่วยเตรียมโครงสร้างของความรู้ของผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ สำหรับบทเรียนที่เป็นการศึกษาทดลอง ผู้เรียนจะได้เขียนแผนผังรูปตัววีเพื่อผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้และกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในการทดลองนั้น และนอกจากนี้หลังจบบทเรียนแต่ละบทเรียนผู้เรียนจะได้จัดระบบความรู้ของตนเองจากการนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่อย่างเป็นลำดับขั้น ในขณะที่ดำเนินการเรียนการสอน ผู้สอนจะใช้กลไกการควบคุมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจที่จะดึงความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่อีกด้วย อีกสาเหตุหนึ่งที่น่าจะส่งผลให้การใช้ระบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

คือ การที่ผู้เรียนคุ้นเคยกับวิธีการในกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยนำไปใช้ ได้แก่ การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และการเขียนแผนผังรูปตัววี ซึ่งผู้วิจัยนำไปแนะนำและฝึกให้ก่อนจะทดลองใช้ระบบจริง

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

จากผลการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานและค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี กับ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ ตอนกลางภาคและปลายภาค ผลปรากฏว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลการเปรียบเทียบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ งานวิจัยลูอิส (Lewis, 1986) ได้ศึกษาผลของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (Advance Organizer) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา พบว่าการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติการวิชาชีววิทยาส่งขึ้น ส่วน โนวาค โกวิน และโจฮันเซน (Novak Gowin and Johansen, 1983) ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept Map) และแผนผังรูปตัววี (Vee Diagram) กับนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 ในวิชาเคมีพบว่า จากการประเมินผลการเรียนรู้จากแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นพบว่า นักเรียนสามารถเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้อย่างมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ประเมินถึงร้อยละ 77.53 และเขียนแผนผังรูปตัววีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและมโนทัศน์ทางเคมีกับการสืบเสาะหาความรู้ในปัญหาการทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 13-14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนนและงานวิจัยของเจอร์แมน (Germann, 1987) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมการสอนที่เรียกว่า "DIAL (SPS) 2" (Directed Inquiry Approach to Learning Science Process Skill and Scientific Problem Solving) ซึ่งใช้ยุทธศาสตร์การสอนต่าง ได้แก่ การจัดกิจกรรมแบบแนะแนวทาง การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (Advance Organizer) การใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี กับนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมนี้ซึ่งมีระดับผลการเรียนปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางเคมีไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีผลการเรียนสูงกว่าที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งแสดงว่า โปรแกรมการเรียนนี้สามารถพัฒนาให้นักเรียนที่เรียนปานกลาง ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางเคมีสูงขึ้น

ตัดเทียบกลุ่มที่เคยมีผลการเรียนสูงกว่า

นอกจากผลการวิจัยจะสอดคล้องกับผลการวิจัยในประเทศแล้วยังสอดคล้องกับผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงสร้างความคิดล่วงหน้า การใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และการใช้แผนผังรูปตัววีในประเทศไทย เช่น งานวิจัยของ ศักดิ์สิน สมอุมจารย์ (2529) ซึ่งทดลองใช้กับวิชาชีววิทยา พบว่ากลุ่มที่ได้รับโครงสร้างความคิดล่วงหน้ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 งานวิจัยของ พัททิกษ เจริญวานิช (2532) และ สันย สอนตระกูล (2534) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของ บัวศรี ประวะภุโศ (2533) ซึ่งได้นำแผนผังรูปตัววีไปใช้สอนวิชาชีววิทยาผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ ผลการวิจัยของนิภา คำเนตร (2533) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept Map) และแผนผังรูปตัววี (Vee Diagram) กับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยและผลการวิจัยทั้งในต่างประเทศและในประเทศ ทำให้สรุปได้ว่าทฤษฎีการเรียนรู้หรืออย่างมีความหมายของออบุเบลนั้นสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเคมีให้ผู้เรียนเกิดการเรียนหรืออย่างมีความหมายได้ โดยการใช้โครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนหรืออย่างมีความหมายคือทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมและมโนทัศน์ใหม่ได้ ซึ่งความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์นี้เป็นตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยเช่นกัน ซึ่ง ฮาร์ที แฮมริค และ แซมมวล (Harty ,Hamrick and Samuel 1985 :179-191) ได้ทำการวิจัยพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์เดิมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ อติสัย ทุมวงษา (2531 :92) ก็พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์เดิมมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีในด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางเคมี และด้านการนำความรู้และวิธีการทางเคมีไปใช้ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออย่างมีความหมายของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานข้อที่ 1 ของการวิจัยนี้

4. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

จากผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาเคมีระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับ การสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีกับนักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนตามปกติ พบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัย สำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งวัดหลังจบภาคเรียนทั้งในการวิเคราะห์รายด้าน คือ ความคิดเห็นทั่วไปต่อ วิชาวิทยาศาสตร์ การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ ความนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมของวิชาวิทยาศาสตร์ และ การวิเคราะห์รวมทุกด้าน แสดงว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่ง ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom 1982) ซึ่งได้กล่าวว่า ผู้ที่ได้รับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงจะช่วยเพิ่มเจตคติที่ดีต่อวิชานั้นในทางบวก และในทางกลับกัน เจตคติทางบวก ก็ จะ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปาจารย์ วิชชวัลล (2527) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้าน ลักษณะของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน และ สภาพแวดล้อมทางโรงเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา พบว่า เจตคติต่อวิชาที่เรียนมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งงานวิจัยของ จอห์น ดับบลิว บัทซาว, แอล วิลเลียม ลินซ์ และ รอน เอ เดรก (John W. Butzow L. William Linz and Roy A. Drake, 1977) ที่ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาเคมีกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักศึกษาระดับ มหาวิทยาลัย โศยกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายจำนวน 103 คน ที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐานที่สถาบันเมน แมรีไทม์ (Maine Maritime Academy) ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาเคมี เจตคติต่อวิธีการสอน และเจตคติรวมทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ระหว่างจำนวนรายวิชาที่เรียนในระดับมัธยมศึกษา กับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ไม่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอกของนักศึกษาในมหาวิทยาลัย โอคลาโฮมา จำนวน 114 คน ผลการวิจัยพบว่า จำนวนรายวิชาและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มี ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ส่วน แอล ดับบลิว โฮจ และ เอ็ม เค ไปเปอร์ (L.W. Hough and M.K. Piper, 1982) ก็ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 4, 5 และ 6 จำนวน 583 คน ผลการวิจัยพบว่าเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มี ความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.45$)

โมฮัมเมด สุไลมาน อับดุลราห์มาน แอล รูวาซิด (Mohammed Suliman Abdulrahman Al Ruwashid, 1984) ศึกษาผลของการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองประกอบการบรรยายต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมริมาค ประเทศซาอุดีอาระเบีย จำนวน 129 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยที่พบตลอดจนแนวคิดของบลูมและผลงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของเจตคติต่อวิชาที่เรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้สรุปได้ว่า การที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้อันมีประสิทธิภาพมีความหมายโดยได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมจะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

5 ข้อค้นพบเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้

จากการนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีไปทดลองใช้ผู้วิจัยได้พบปัญหาและวิธีการที่จะทำการนำระบบการเรียนการสอนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ดังนี้

5.1 ปัญหาในการให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ในการให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์ผู้วิจัยพบปัญหาบางประการดังนี้

- 1) ในช่วงแรกนักเรียนบางคนจะยังจัดลำดับมโนทัศน์ที่กว้างและมโนทัศน์ที่แคบไม่เป็นไปตามลำดับ การลากเส้นโยงระหว่างมโนทัศน์ขาดคาเชื่อมและการจัดแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ยังไม่ค่อยเป็นระเบียบ
- 2) ในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้น ถ้าให้นักเรียนเลือกมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมาสร้างเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เอง นักเรียนอาจนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมาเขียนไม่ครบ
- 3) การส่งแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เขียนในแต่ละหัวข้อ นักเรียนบางคนจะส่งไม่ตรงเวลาทำให้ผู้วิจัยไม่ได้ตรวจและให้ข้อเสนอแนะก่อนถึงคาบเรียนถัดไป

ปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเนื่องจากความไม่เข้าใจบางประการเกี่ยวกับการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ตามที่ผู้วิจัยเคยแนะนำ ในการแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยใช้วิธีให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคลและนำมาชี้แจงให้นักเรียนทั้งห้องรับทราบถึงข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนแก้ไขปรับปรุงในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่อไปและได้ให้การชมเชยนักเรียนที่เขียนได้ถูกต้องแล้ว ส่วนนักเรียนที่ส่งแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ล่าช้า ผู้วิจัยได้ติดตามและเตือนนักเรียน

เหล่านี้ล่วงหน้าก่อนถึงวันที่ต้องส่งเป็นรายบุคคลและพบว่านักเรียนเหล่านี้ได้ปรับปรุงพฤติกรรมการทำงานดีขึ้นจนสามารถส่งงานได้ตามเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด

5.2 ปัญหาเกี่ยวกับการให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี ในการให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี ผู้วิจัยพบปัญหาบางประการดังนี้

1) ในช่วงแรกนักเรียนบางคนยังระบุปัญหาสำคัญของเรื่องที่จะทำการทดลองไม่ค่อยถูกต้องและระบุมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในการทดลองที่ทำไม่ได้ไม่ครบ

2) นักเรียนบางคนยังไม่สามารถระบุคุณค่าที่ได้จากการทดลองที่ทำได้

3) นักเรียนบางคนไม่เขียนองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีที่ต้องเขียนมาล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง เช่น ปัญหาสำคัญ เหตุการณ์หรือวัตถุที่ศึกษา มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง การบันทึกข้อมูล และการจัดการข้อมูล ทำให้เสียเวลาในคาบเรียนให้นักเรียนเหล่านี้เขียนให้เสร็จเสียก่อน

4) นักเรียนบางคนไม่ส่งแผนผังรูปตัววีที่มีรายละเอียดครบทุกหัวข้อตามเวลาที่กำหนดทำให้ผู้วิจัยไม่ได้ตรวจและให้ข้อเสนอแนะก่อนจะถึงคาบเรียนถัดไป

สำหรับปัญหาเกี่ยวกับการเขียนแผนผังรูปตัววีในส่วนของภาระขององค์ประกอบไม่ถูกต้องนั้นอาจเกิดจากความไม่เข้าใจของนักเรียนเหล่านี้ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและให้คำแนะนำเป็นรายบุคคล และนำข้อบกพร่องเหล่านี้ไปอธิบายให้นักเรียนทั้งห้องรับทราบและให้คำชมเชยแก่นักเรียนที่เขียนได้ถูกต้องและระบุรายละเอียดมาอย่างครบถ้วน ส่วนนักเรียนที่ส่งแผนผังรูปตัววีล่าช้า ผู้วิจัยได้ติดตามเตือนนักเรียนเหล่านี้ล่วงหน้าก่อนถึงวันที่ต้องส่งเป็นรายบุคคลและพบว่านักเรียนเหล่านี้ได้ปรับปรุงพฤติกรรมการทำงานดีขึ้นจนสามารถส่งงานได้ตามเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด

5.3 ในการนำระบบการเรียนการสอนไปใช้ ผู้วิจัยพบวิธีการที่จะทำให้การใช้ระบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ คือ

1) การแนะนำให้นักเรียนรู้จัก มโนทัศน์ล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ แผนผังรูปตัววีและการฝึกให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และเขียนแผนผังรูปตัววีมาก่อนที่จะใช้กับบทเรียนที่ต้องการใช้ระบบการเรียนการสอนจริงจะช่วยให้การดำเนินการเรียนการสอนตามกระบวนการของระบบเป็นไปตามที่วางแผนไว้และไม่ทำให้การเรียนการสอนล่าช้า

2) การเขียนแผนผังรูปตัววีที่จะประกอบการทดลองเรื่องใด ควรให้นักเรียนเขียนส่วนประกอบของแผนผังรูปตัววีมาบางส่วนล่วงหน้า ได้แก่ การระบุค่าตามสำคัญ เหตุการณ์หรือวัตถุที่ศึกษา มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง การบันทึกข้อมูล และการจัดการข้อมูล เพื่อไม่ให้เสียเวลาในการทดลอง แล้วให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววีที่สมบูรณ์มาส่งภายหลังทำการทดลองเสร็จแล้ว

3) การเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อสรุปบทเรียน ควรให้นักเรียนเขียนเป็นการบ้าน และควรร่วมกับนักเรียนในการระดมมโนทัศน์ที่จะนำไปเขียนเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ด้วย เพื่อให้แน่ใจว่ามโนทัศน์ที่นักเรียนนำไปเขียนเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้นครบถ้วนรายละเอียดของบทเรียน

4) ครูควรเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี สำหรับเรื่องที่สอนไว้ล่วงหน้าเพื่อที่จะนำมาเป็นแนวทางในการคิดโครงสร้างความคิดล่วงหน้า สำหรับเรื่องที่สอนและให้นักเรียนได้เปรียบเทียบกับของเขาแล้วนำไปแก้ไขข้อบกพร่องต่อไป

6 ความคิดเห็นของครูเคมีเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี

การที่ครูเคมีส่วนใหญ่มีความเห็นว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี มีขั้นตอนลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนสามารถนำไปปฏิบัติได้สื่อกและอุปกรณ์มีความสะดวกต่อการใช้ครูสามารถผลิตสื่อและเตรียมอุปกรณ์ได้ด้วยตนเอง ครูสามารถสร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีแม่แบบได้ ส่วนในด้านประโยชน์ครูเคมีเห็นว่าโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีจะช่วยให้เด็กเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น โครงสร้างความคิดล่วงหน้าจะช่วยจัดความคิดของนักเรียนก่อนที่จะเรียน แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ช่วยนักเรียนสรุปบทเรียน แผนผังรูปตัววีช่วยให้นักเรียนทำการทดลองอย่างเข้าใจ ส่วนครูก็สามารถใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีในการเตรียมการสอนและใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการสรุปบทเรียนได้ด้วย อีกทั้งเห็นว่าระบบการเรียนการสอนจะสามารถนำไปใช้สอนวิชาอื่น ๆ และครูเคมีก็สนใจที่จะนำระบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ในวิชาที่ตนเองรับผิดชอบด้วยนั้น อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีให้ครูได้ศึกษาประกอบด้วยจึงทำให้ครูมีความเข้าใจในระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา และเล็งเห็นประโยชน์ที่จะเกิดจากการใช้ระบบการเรียนการสอนนี้ อย่างชัดเจน สำหรับการที่ครูเห็นว่านักเรียนจะสามารถสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีได้ไม่ดีเท่าที่ควร (ระดับปานกลาง) และเสนอแนะว่าควรปรับปรุงเรื่องเวลาเพราะเกรงว่าจะสอนเนื้อหาได้ไม่ครบตามหลักสูตรและเสนอแนะว่า การเขียนแผนผังรูปตัววีในส่วนที่ทฤษฎี หลักการ มโนทัศน์และการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ควรในหัวข้อใหญ่ซึ่งรวมหัวข้อย่อยๆ ไว้หลายหัวข้อ โดยให้นักเรียนไปเขียนจากที่บ้าน ซึ่งจากการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนนี้ ผู้วิจัย

พบว่าจะใช้เวลามากในสัปดาห์แรก ๆ เท่านั้นในสัปดาห์ต่อมา นักเรียนสามารถเขียนแผนผังรูปตัววีและแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้เร็วขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากก่อนทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้แนะนำกระบวนการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ซึ่งมีความหมายในวิชาเคมีก่อนล่วงหน้าที่จะทดลองใช้ระบบจริง โดยให้นักเรียนรู้เป้าหมายของการเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า วิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และการเขียนแผนผังรูปตัววีและได้ฝึกเขียนมาแล้ว อีกทั้งผู้วิจัยได้ให้ข้อมูลย้อนกลับในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และเขียนแผนผังรูปตัววีอยู่เสมอ จึงทำให้นักเรียนสามารถสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีได้เร็ว ประกอบกับผู้วิจัยก็ได้ให้นักเรียนเตรียมแผนผังรูปตัววีสำหรับแต่ละการทดลองมาล่วงหน้า ส่วนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ให้นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อสรุปบทเรียนให้นักเรียนไปเขียนเป็นการบ้านจึงทำให้ไม่เบียดบังเวลาเรียนในห้องเรียน และสามารถแก้ปัญหาเรื่องเวลาเรียนไม่พอได้

กล่าวโดยสรุประบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ซึ่งมีความหมายในวิชาเคมีตามแนวคิดของออสท์เบล โนแวนด์และโกวิน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาเมื่หลักการมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ซึ่งมีความหมายของออสท์เบล ซึ่งกล่าวถึงการเรียนรู้ซึ่งมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมในโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ซึ่งในการทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการที่จะนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดของออสท์เบล โนแวนด์และโกวินมาเป็นพื้นฐานดังขั้นตอนการวัดมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนก่อนที่จะสอนเพื่อระบุมโนทัศน์ที่นักเรียนยังขาดอยู่ เพื่อจะได้เสริมมโนทัศน์เหล่านี้เสียก่อน จากนั้นจึงเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าตามแนวคิดของออสท์เบล เพื่อจะช่วยจัดความคิดของนักเรียนในเรื่องที่จะได้เรียนต่อไป ให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววีตามแนวคิดของโกวินประกอบการทดลองตามบทเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหลักการ และมโนทัศน์เดิม กับความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้จากการทดลองนั้น และหลังจากการเรียนรู่มโนทัศน์ใหม่จากการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน การอธิบายของครู หรือจากการทดลองแล้วให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในหัวข้อที่ได้เรียนเพื่อเป็นการจัดระบบความรู้และให้นักเรียนแสดงการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่และมโนทัศน์เดิมตามแนวคิดของโนแวนด์ โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมมากกว่าอยู่ด้านบน ส่วนมโนทัศน์ที่มีความกว้างรองลงมาจะอยู่ถัดลงมาจนกระทั่งถึงมโนทัศน์ที่แคบหรือมีความเฉพาะเจาะจงอยู่ด้านล่างสุดของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และจากผลการนำระบบการเรียนการสอนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่ม

ทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักวิจัยกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผลการสำรวจความคิดเห็นของครูเคมีเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี พบว่า ครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีมีขั้นตอนลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติได้สั่และอุปกรณ์มีความสะดวกต่อการใช้ ครูสามารถผลิตสื่อและเตรียมอุปกรณ์ได้ด้วยตนเอง ครูสามารถสร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีแม่แบบได้ และมีความเห็นว่า โครงสร้างความคิดล่วงหน้าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นโดยที่โครงสร้างความคิดล่วงหน้าจะช่วยจัดความคิดของนักเรียนก่อนที่จะเรียน แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนสรุปบทเรียน แผนผังรูปตัววีช่วยให้นักเรียนทำการทดลองอย่างเข้าใจ และครูเคมีก็ยังเห็นว่า ครูผู้สอนยังสามารถใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีในการเตรียมการสอนและใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการสรุปบทเรียนได้ด้วย นอกจากนี้ครูเคมียังเห็นว่าระบบการเรียนการสอนจะสามารถนำไปใช้สอนวิชาอื่น ๆ และสนใจที่จะนำระบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ในวิชาที่ตนเองรับผิดชอบอีกด้วย จากผลการวิจัยดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยเห็นว่า การจัดการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนที่ติดตามปกติ และยังทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีด้วย ดังนั้นจึงจัดว่าระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพในการนำไปจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมีและควรมีการเผยแพร่ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่องการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมี รวมทั้งในการวิจัยต่อไปดังนี้ ดังนี้

1 ข้อเสนอแนะแก่หน่วยงานหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนเคมี

1.1 กรมสามัญศึกษา และกรมอื่น ๆ ที่มีการเรียนการสอนเคมีในหลักสูตร ควรมีการนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ตามแนวคิดของนี้ไปทดลองใช้ในโรงเรียนหรือวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อที่จะได้เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีดีขึ้น

1.2 ผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เห็นว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีไม่มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนเคมี ควรนำไปทดลองใช้ในโรงเรียน โดยจัดอบรมครูให้ทราบถึงวิธีการจัดการเรียนการสอนตามระบบซึ่งผู้วิจัยคิดว่าจะไปให้ความรู้เพื่อเผยแพร่แก่ครูเคมีและครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆที่สนใจ

1.3 อาจารย์ผู้สอนวิชาเคมีควรทดลองนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีไปใช้ในวิชาที่ตนเองรับผิดชอบเพื่อเป็นการนำนวัตกรรมทางการจัดการเรียนการสอนไปแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาเจตคติต่อวิชาเคมีอีกด้วยซึ่งความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาอาจได้จากการเสนอต่อผู้บริหารโรงเรียนให้มีการจัดการอบรมวิธีการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี หรืออาจศึกษาจากวารสารที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยมีโครงการที่จะเขียนลงเพื่อเผยแพร่ต่อไป

2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีตามแนวคิดของออสเชล โนแวนและโกวิน ไปใช้ทดลองในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิทยาลัยและอุดมศึกษา

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรเพิ่มเติม เช่น ระดับสติปัญญา ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางการคิดคำนวณ เพศ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความถนัด รวมทั้งตัวแปรด้านอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอนที่จะนำระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

3.1 ครูควรศึกษาหลักการของระบบการเรียนการสอนให้เข้าใจเสียก่อน

3.2 ครูควรมีทักษะในการเรียนสามารถวางแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และเขียนแผนผังรูปตัววีได้อย่างถูกต้องก่อนใช้ระบบการเรียนการสอน

3.3 ครูควรฝึกคิดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าสำหรับเรื่องที่จะสอนให้เกิดความชำนาญ โดยการพิจารณาจากลักษณะสำคัญของโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีแม่แบบที่ครูสร้างไว้

3.4 ครูควรเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีแม่แบบไว้ล่วงหน้าในแผนการสอน

3.5 ครูควรศึกษาการวัดผลการเรียนรู้ที่มีความหมาย เพื่อให้การวัดผลเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของระบบ

3.6 ควรให้นักเรียนระบุรายละเอียดของแผนผังรูปตัววี เกี่ยวกับคำถามสำคัญ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง วัตถุประสงค์หรือเหตุการณ์ที่ศึกษา การบันทึกข้อมูล มาลงหน้าสำหรับการทดลอง แต่ละเรื่อง

3.7 ควรให้นักเรียนสรุปทฤษฎีแต่ละหัวข้อโดยเขียนเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยให้สร้างเป็นการบ้านและส่งล่วงหน้าก่อนถึงคาบที่เรียนวิชาที่สอนเพื่อจะได้มีเวลาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ