



**การพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง แก๊ส
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้แบบจำลองเป็นฐาน**

**The Development of Scientific Concepts and Learning Achievement in Chemistry on
the Topic of Gas for Mathayomsuksa 5 Students Using Model Based Learning**

บุญยานุช วิชัยโย¹ และกัญญารัตน์ โคจร²

Boonyanut Wichaiyo¹ and Kanyarat Cojorn²

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม^{1,2}

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Mahasarakham University^{1,2}

Corresponding author, E-mail: 62010556025@msu.ac.th¹, kanyarat.c@msu.ac.th²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์ 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนนางพินทยา จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แก๊ส จำนวน 10 แผนการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แก๊ส 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test (One sample t-test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์คิดเป็นร้อยละ 86 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 23.53 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) develop scientific concept understanding by using Model Based Learning on the topic of gas for Mathayomsuksa 5 students in order to achieve partial understanding and complete understanding levels, and 2) develop learning achievement on the topic of gas for Mathayomsuksa 5 students using Model Based Learning to pass the 75-percent criteria. The samples of this research were 30 students of Mathayomsuksa 5 in the first semester of academic year 2022 at Khaowongpittayakan school. The research instruments included 1) 10 Model Based Learning lesson plans on the topic of gas, 2) a scientific concept understanding test on the topic of gas, and 3) an achievement test. The statistics used for the research data analysis consisted of mean, percentage, standard deviation, and one sample t-test. The results showed that the students had the scientific concept understanding in partial understanding and complete understanding levels at 86 percents. The students' learning achievement mean score 23.53 was higher than the 75-percent criteria at the .05 level of significance.

Keywords: Model Based Learning, Scientific Concepts, Learning Achievement



บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูล สามารถตรวจสอบได้ และมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกในปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและ การงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ล้วนเป็นผลจากความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสาน กับศาสตร์อื่น ๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้อย่างบูรณาการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการ ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการ ลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คือ ให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานใน วิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552) เน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์เดิมเข้ากับสิ่งที่ ได้เรียนรู้ใหม่ได้และก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและ สามารถนำไปพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ ได้ (วิมล สารณยานิช, 2554) และในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงต้องมีการพัฒนา การจัดการเรียนรู้ โดยจะต้องเน้นการสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนคติ ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สภาพการเรียนรู้การสอนวิชาเคมีที่ผ่านมา พบว่า เนื้อหาเรื่องแก๊สเป็นเนื้อหาหนึ่งที่สำคัญในการเรียนวิชาเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน และมีโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้หลาย ทฤษฎีและต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องในหลายเรื่องมาเชื่อมโยงกัน (Gilbert, 2006) หากนักเรียนมีความรู้ด้านเนื้อหาทฤษฎีเพียงอย่างเดียว แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ก็จะไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ ดังนั้น สิ่งที่ทำให้นักเรียนเรียนเนื้อหาแก๊สได้เข้าใจมากยิ่งขึ้นคือการจัดการ เรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลหลักฐาน วิเคราะห์ สังเคราะห์ แล้วนำความรู้ไปใช้ ในการอธิบายหรือลงข้อสรุปต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

อย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ และการเรียนรู้ในวิชาเคมีนั้นส่วนใหญ่ เป็นนามธรรม เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ทั้งในระดับอะตอมหรือโมเลกุล ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้จะต้องทำ ความเข้าใจและการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ทางเคมี ในระดับมหภาค (Macroscopic View) ระดับสัญลักษณ์ (Symbolic View) และระดับจุลภาค (Microscopic View) ซึ่งการเรียนรู้ ในห้องเรียนระดับมัธยมและในระดับมหาวิทยาลัยทั่วไปมักจะเห็น ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในระดับมหภาคและระดับสัญลักษณ์มากกว่า ระดับจุลภาค ส่งผลให้เกิดความท้อแท้และยากสำหรับนักเรียน ในการจินตนาการเกี่ยวกับโครงสร้าง พฤติกรรมและกระบวนการ ที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาคจนนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยง ความสัมพันธ์มาสู่ระดับมหภาคได้ (Akaygun, 2016) จากการ สังเกตนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และใช้แบบทดสอบ ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แก๊ส โดยเป็นเครื่องมือ วัดความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ (จิราภรณ์ กุลพิมลและ วาสนา กิจจำเริญ, 2563) พบว่านักเรียนไม่สามารถตอบคำถาม และอธิบายหลักการในเรื่องแก๊สได้ นักเรียน จำนวน 30 คน มีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจ โมเดล ในทุกโมเดลทางวิทยาศาสตร์เรื่องแก๊ส จากการจัดการ เรียนรู้ที่ผ่านมาส่วนใหญ่ นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ซึ่งทำให้นักเรียนจินตนาการหรือ สร้างแบบจำลองได้ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การมีโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีเลย และข้อมูลจากการรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับชาติ (O-NET) คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศของเด็กไทย ประจำปีการศึกษา 2561-2563 พบว่า คะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ จากการรายงานการพัฒนาคุณภาพการศึกษาประจำปีการศึกษา 2563 ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของโรงเรียน เขาวงกตพิทยการ พบว่า คะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ต่ำ กว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยคะแนนสอบ O-NET ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561, 2562 และ 2563 วิชา วิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.69, 27.32 และ 20.12 ตามลำดับ (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนเขาวงกตพิทยการ, 2563) และ



จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาวงพิทยาคาร โดยรวมต่ำกว่าเกณฑ์ตามมาตรฐานการศึกษาซึ่งได้กำหนดให้นักเรียนต้องมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ทำให้เห็นว่า นักเรียนขาดความรู้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากความสำคัญของสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนควรที่จะเน้นกระบวนการเรียนรู้ควบคู่ไปพร้อมกับการได้รับความรู้ ฝึกความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่สามารถกระตุ้นความรู้เดิมของผู้เรียนมาใช้ในการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ อีกทั้งต่อเติมความรู้ให้สมบูรณ์จากความรู้ที่เข้าใจและสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการเรียนการสอนวิชาเคมี เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning: MBL) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอแบบจำลองเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิดหลักการทฤษฎีหรือกฎหรือหากกล่าวอีกอย่างหนึ่งแบบจำลอง คือ ตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งแบบจำลองเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง (Gilbert, Boulter and Rutherford, 1998) แบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างแบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะช่วยในการมองเห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ Gilbert (2005) และการใช้การสร้างแบบจำลองในการสอนวิชาเคมี เป็นแนวทางปฏิบัติที่จะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาความเข้าใจจากแบบจำลองของตัวนักเรียนเอง (Gross light, et al., 1991) นำไปสู่โมเดลที่ถูกต้องอีกด้วย

จากความสำคัญที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มของ Westbrook and Marek (1991) ได้แก่ กลุ่มความเข้าใจโมเดลที่สมบูรณ์ (Complete Understanding, CU) กลุ่มความเข้าใจโมเดลที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU) กลุ่มความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception, PS) กลุ่มความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception, AC) และกลุ่มไม่เข้าใจโมเดล (No Understanding, NU)

วัตถุประสงค์การวิจัย

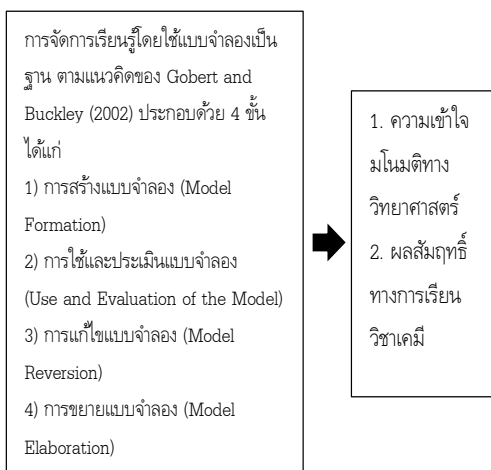
1. เพื่อพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แก๊สของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แก๊สของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม



กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 4 ห้อง 116 คน จากโรงเรียนเซนต์พิตายาคาร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา
ขั้นพื้นฐานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 แผนการเรียน
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนทั้งหมดเป็นนักเรียน
ที่มีผลการเรียนคะแนนความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5/2 โรงเรียนเซนต์พิตายาคาร สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน แผนการเรียน
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม
(Cluster Random Sampling)

3. ระยะเวลาทำการวิจัย งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิจัย
ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ โดยใช้
แบบจำลองเป็นฐาน

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้
โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง แก๊ส
จำนวน 10 แผนการเรียนรู้ เวลา 15 ชั่วโมง มีความเหมาะสม
ของแผนการเรียนรู้อยู่ในช่วง 4.30-4.47 และส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานอยู่ในช่วง 0.15-0.28

2. แบบทดสอบความเข้าใจโมเดลทาง

วิทยาศาสตร์ เรื่อง แก๊ส จำนวน 10 ข้อ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน
คือ ส่วนที่ 1 ใช้คำถามปรนัย 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 อธิบายแสดง
เหตุผลในการเลือกตอบในข้อ ๆ นั้น หากวัดชี้ความสอดคล้อง
(IOC) ของแบบทดสอบ พบว่า มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง
0.60-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.59-0.76 มีค่าอำนาจ
จำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.38-0.62 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของ
แบบทดสอบความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.96

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แก๊ส
เป็นลักษณะข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ พบว่า
มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าความยาก (P)
อยู่ในช่วง 0.48-0.79 มีค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ 0.41-0.90 และ
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.97

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบก่อนการทดลอง
(Pre-Experimental Research) ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่ม
ตัวอย่างเดียวทดสอบหลังเรียน (one-group posttest only
design) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2
จำนวน 30 คน โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้



1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แก๊ส จำนวน 10 แผน ใช้เวลาสอนจำนวน 15 ชั่วโมง

2. เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนแล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แก๊ส เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์และความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3. นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แก๊ส มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. จัดกลุ่มความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากคะแนนแบบทดสอบความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แก๊ส และคิดร้อยละจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากจำนวนนักเรียนทั้งหมด

5. วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจของนักเรียนมาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แก๊ส หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจัดกลุ่มความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบ ใช้เกณฑ์ความสอดคล้องกับความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มของ Westbrook and Marek (1991) ได้แก่

1.1 กลุ่มความเข้าใจโมเดลที่สมบูรณ์ (Complete Understanding, CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละโมเดล

1.2 กลุ่มความเข้าใจโมเดลที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

1.3 กลุ่มความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception, PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่มีบางส่วนที่แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบาย

1.4 กลุ่มความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception, AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนคลาดเคลื่อนทั้งหมด

1.5 กลุ่มไม่เข้าใจโมเดล (No Understanding, NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติ ร้อยละจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากจำนวนนักเรียนทั้งหมด เพื่อวิเคราะห์และสรุปผลของการพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แก๊ส เกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน t-test for One Sample

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์



ตารางที่ 1 แสดงจำนวนร้อยละของนักเรียนแต่ละกลุ่มความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) (N=30)									
	CU	ร้อยละ	PU	ร้อยละ	PS	ร้อยละ	AC	ร้อยละ	NU	ร้อยละ
1	6	20.00	17	56.67	7	23.33	0	0.00	0	0.00
2	4	13.33	20	66.67	6	20.00	0	0.00	0	0.00
3	2	6.67	19	63.33	9	30.00	0	0.00	0	0.00
4	23	76.67	4	13.33	3	10.00	0	0.00	0	0.00
5	14	46.67	12	40.00	4	13.33	0	0.00	0	0.00
6	20	66.67	6	20.00	4	13.33	0	0.00	0	0.00
7	20	66.67	8	26.67	2	6.67	0	0.00	0	0.00
8	18	60.00	10	33.33	2	6.67	0	0.00	0	0.00
9	14	46.67	16	53.33	0	0.00	0	0.00	0	0.00
10	18	60.00	7	23.33	5	16.67	0	0.00	0	0.00
เฉลี่ย	-	46.33	-	39.67	-	14.00	-	0.00	-	0.00
รวม	86.00				-	14.00	-	0.00	-	0.00

หมายเหตุ. CU คือ ความเข้าใจที่สมบูรณ์ PU คือ ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ PS คือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน AC คือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน NU คือ ความไม่เข้าใจ

จากตารางที่ 1 พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) คิดเป็นร้อยละ 46.33 รองลงมาคือนักเรียนมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) และกลุ่มความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) คิดเป็นร้อยละ 39.67 และ 14.00 ไม่พบนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อน (AC) และไม่เข้าใจโมเดล (NU)

สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์คิดเป็นร้อยละ 86 และนักเรียนมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มต่ำกว่าความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์คิดเป็นร้อยละ 14

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง แก๊ส เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (n=30)	S.D.	μ_0 (75%)	t	df	p
หลังเรียน	30	23.53	2.64	22.50	2.147*	29	0.040



จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 23.53 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาเพื่อพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์คิดเป็นร้อยละ 86 และนักเรียนมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มต่ำกว่าความเข้าใจ ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์คิดเป็นร้อยละ 14 ดังตารางที่ 3

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างแบบจำลองและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการสร้างและปรับปรุงจำลอง นักเรียนแต่ละคนได้สร้างแบบจำลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้กลับไปคิดทบทวนความเข้าใจและนำมาใช้กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งการสร้างแบบจำลองทำให้เข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะช่วยในการมองเห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Gilbert, 2005) หลังจากนั้นนักเรียนยังได้ใช้และประเมินแบบจำลองด้วยตนเองโดยจะได้ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์โดยกิจกรรมจะเป็นการปฏิบัติการทดลองและการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น โปรแกรม PhET วิดีโอต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพการเปลี่ยนแปลงและเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้นและมีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มเพื่อแก้ไขแบบจำลองของกลุ่มให้สามารถอธิบายสถานการณ์ได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจโดยการเปรียบเทียบแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับผลจากการทดลองหรือการค้นคว้าจะให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจและพัฒนาความเข้าใจโมเดลในเรื่องนั้น ๆ ได้ หลังจากนั้นนักเรียนนำแบบจำลองที่ได้ไปอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จะเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมต่าง ๆ โดยครูผู้สอน

จะเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับเรื่องที่ทำกรเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นการใช้สถานการณ์นำเข้าสู่โมเดลนั้น ๆ การใช้คำถามเชื่อมโยงความรู้ การใช้สื่อไม่ว่าจะเป็นภาพ วิดีโอหรือโปรแกรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้อง และจากตารางที่ 1 โมเดลที่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์มากที่สุด คือ โมเดลเรื่อง กฎการแพร่ผ่านของเกรสม ซึ่งอาจเป็นเพราะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่องกฎการแพร่ผ่านของเกรสม มีการยกสถานการณ์การแพร่ของแก๊ส 2 ชนิดในหลอดปลายปิดและให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองด้วยตนเองคาดคะเนผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นโดยใช้ความรู้เดิมที่มีและหลังจากสร้างแบบจำลอง นักเรียนได้เห็นผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายผลการทดลองร่วมกับครูผู้สอนและนำไปปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองของตนเอง ครุยกตัวอย่างสถานการณ์ใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและเนื้อหาของกฎการแพร่ผ่านของเกรสมได้ดี และโมเดลที่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์น้อยที่สุด คือ โมเดลเรื่อง กฎรวมแก๊ส อาจเป็นเพราะการสร้างแบบจำลองในรูปแบบสัญลักษณ์และคำอธิบายโดยไม่มีสถานการณ์ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคของแก๊สค่อนข้างเป็นไปได้ยากสำหรับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนอยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์น้อย จากที่กล่าวมาข้างต้นการใช้การสร้างแบบจำลองในการสอนวิชาเคมี เป็นแนวทางปฏิบัติ ที่จะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาความเข้าใจจากแบบจำลองของตัวเอง (Gross light, et al., 1991) นำไปสู่โมเดลที่ถูกต้องสอดคล้องกับวิมล สำราญวานิช (2554) ได้กล่าวว่า การมีความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์เดิมเข้ากับสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ได้และก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของนิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานนท์ (2558) ที่ศึกษาการพัฒนาวิธีทางมโนคติทางวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว



และแก๊ส พบว่านักเรียนมีชนิดของความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น มีระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และพัฒนาวิถีมโนคติของนักเรียนได้ดีและงานวิจัยของกวิน นวลแก้ว และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2561) ที่ศึกษาการพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง โครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊สของคนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้นหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2. การศึกษาเพื่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 23.53 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการเรียนรู้ส่งเสริมความคิดของตัวผู้เรียน และช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการสร้างแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองเป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อใช้ในการอธิบายสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจมากขึ้น การจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วยการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามและเสนอสถานการณ์เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ จากนั้นนักเรียนจะสร้างแบบจำลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม โดยการสร้างแบบจำลองในขั้นนี้เป็นการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อต่อยอดสู่ความรู้ใหม่โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายสถานการณ์นั้น ๆ หลังจากนั้นจัดกลุ่มนักเรียน นักเรียนจะได้เปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองและเพื่อนและร่วมกันแสดงความคิดเห็นและปรึกษากันจนได้แบบจำลองของกลุ่มออกมาใช้และประเมิน โดยขั้นนี้นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนทราบถึงข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น ทำการประเมินแบบจำลองของตนเองสามารถอธิบายสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ ทำการปรับปรุงแก้ไขและนำไปใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อขยายความรู้ให้กว้างขึ้นเมื่อนักเรียนเข้าใจในเนื้อหาจะทำให้ต่อยอดสู่การวิเคราะห์และนำไปใช้ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้สื่อการเรียนรู้แทนอนุภาคอะตอม โมเลกุล ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ประกอบ

ยังช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพเป็นรูปธรรมมากขึ้น ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น เช่น การใช้สื่อที่เป็นภาพเคลื่อนไหวโปรแกรม PhET หรือวิดีโอต่าง ๆ และในแต่ละแผนการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนและรู้ถึงข้อบกพร่องของตนเองและในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีการจัดการการเรียนรู้แบบกลุ่ม ซึ่งทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกันมากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ทักษะที่สำคัญก็คือการแสวงหาความรู้ได้จากหลายแหล่งความรู้ โดยเฉพาะความรู้จากเพื่อนในกลุ่มเป็นแนวทางที่จะทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพ (ปิยะมาศ ชาติมรินทร์, 2550; ดวงเดือน เทพนวล, 2556) จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นส่งผลให้นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดียิ่งขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Esra Bilal and Mustafa Erol (2012) ที่ศึกษาผลของการสอนโดยใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องไฟฟ้า พบว่าการสอนด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองช่วยเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในแนวคิดได้และกวิน นวลแก้ว และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2561) ที่ศึกษาการพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง โครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊สของคนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้นหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นรูปแบบที่นักเรียนไม่คุ้นชิน ครูจึงควรอธิบายความหมายของแบบจำลองและกำหนดแบบจำลองที่ใช้ในแต่ละครั้งให้ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจได้ถูกต้อง รู้ถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองในการจัดการเรียนรู้

1.2 การเสนอสถานการณ์การสร้างแบบจำลองควรนำเสนอสถานการณ์ที่เข้าใจง่ายและเป็นสถานการณ์



เช่นเดียวกับการใช้และประเมินแบบจำลองซึ่งเป็นขั้นที่ผู้สอนได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้นำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้ และอธิบายสถานการณ์ที่ศึกษา เพื่อให้ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจสถานการณ์อย่างต่อเนื่องจากขั้นการสร้างแบบจำลองและลดความสับสนของนักเรียน

1.3 ผู้สอนควรมีการจัดสรรเวลาในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละขั้นให้ชัดเจน และเหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้ดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง

1.4 ในการสร้างแบบจำลองในเรื่อง กฎรวมแก๊ส และแก๊สอุดมคติ เป็นการสร้างแบบจำลองรูปแบบของสัญลักษณ์และคำอธิบาย ซึ่งยากต่อผู้เรียนเนื่องจากไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ การวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยอาจใช้แบบจำลองในรูปแบบอื่น ๆ หรือจัดการนำเสนอให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น การใช้แอนิเมชันหรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ขณะทำกิจกรรมนักเรียนมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้ถูกต้อง ซึ่งแสดงออกถึงทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยอาจนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้จึงควรนำไปใช้การพัฒนาในระดับชั้นอื่น ๆ และกับเนื้อหาอื่น ๆ ในวิชาเคมี เช่น พันธะเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กรดเบสและเคมีไฟฟ้า เป็นต้น

2.3 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ได้ตามจุดมุ่งหมายทั้งหมด จะเห็นได้จากผลการวิจัยที่นักเรียนพัฒนาความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ต่ำกว่าความเข้าใจ ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มความเข้าใจที่สมบูรณ์ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะนำเทคนิคอื่น ๆ มาร่วมด้วย เช่น การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นต้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้มองเห็นถึงโมเลกุล อนุภาคได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กวิน นวลแก้ว และสมเกียรติ พรพิสุทธิมงคล. (2561). *การพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่อง โครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊สของคน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน*. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ วิจัย ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ.
- จิราภรณ์ กุลพิล และวาสนา กิตติจำเริญ. (2563). การเปรียบเทียบโมเดล เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 35 (2) ,50-65.
- ดวงเดือน เทพนวล. (2556). *การพัฒนาพฤติกรรมการด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการสอนแบบกระบวนการกลุ่ม*. *วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่*, 14(2), เมษายน-กันยายน 2556.
- นิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานนท์. (2558). *การพัฒนาวิธีทางโมเดลวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊สของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34(น.1977-1985). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยะมาศ ชาติมนตรี. (2550). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มแบบร่วมมือโดยใช้ส่วนพหุศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (ปริญญาโทบริหารบัณฑิต).
- อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนนางพินพิทยาคาร. (2563). *รายงานการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ประจำปีการศึกษา 2563*. กาฬสินธุ์: โรงเรียนนางพินพิทยาคาร.



- วิมล สำราญวานิช. (2554). การเปลี่ยนแปลงมโนคติ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(4), 102-109.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- Akaygun, S. (2016). Is the oxygen atom static or dynamic? The effect of generating animations on students' mental models of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(May), 788-807.
- Esra Bilal and Mustafa Erol. (2012). Effect of teaching via modeling on achievement and conceptual understanding concerning electricity. *Journal of Baltic Science Education*, 11(3), 236-247
- Gilbert, J.K. and Boulter, C. (1998). Learning science through models and modelling. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education*, Vol.2, 53-66. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization in science education*. Netherlands: Springer.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of context in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. and Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of research in science teaching*, 28(9), 799-822.
- Westbrook, S. L., and Marek, E. A. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 649-660.