

บทความวิจัย (Research Article)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง
เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาเลนต์
Model-Based Learning with Augmented Reality
for Enhancing Mental Models in Covalent Bond Topic

ธีรตา ชาติวรรณ^{1*} ธิติยา บงกชเพชร² และอนุสรณ์ วรสิงห์³
Theerata Chatwan^{1*}, Thitiya Bongkotphet², and Anusorn Vorasingha³

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนและศึกษาผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่องพันธะโควาเลนต์ กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 49 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งเขตภาคเหนือตอนล่าง เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ แบบวัดแบบจำลองทางความคิด ชิ้นงาน และแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา เพื่อจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนและหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่แสดงระดับแบบจำลองทางความคิด

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงแบบ 4 ขั้นตอน เรื่อง พันธะโควาเลนต์ มีลักษณะดังนี้ การสร้างแบบจำลอง ครูทบทวนเนื้อหาก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้และนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อเชื่อมโยงถึงพันธะโควาเลนต์ การแสดงแบบจำลอง ครูใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกแบบจำลองทางความคิดของตนเองและใช้แบบจำลองที่หลากหลายเหมาะสมกับพันธะโควาเลนต์ การทดสอบแบบจำลอง ครูแนะนำวิธีการใช้งานสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงก่อน และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูลกับแบบจำลองของตนเองเพื่อแก้ไขแบบจำลองให้ดีขึ้น การประเมินแบบจำลอง นักเรียนได้ปฏิบัติในการประเมินแบบจำลอง

¹ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Master of Education Program in Chemistry, Faculty of Education, Naresuan University

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Faculty of Education, Naresuan University

³ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Faculty of Science, Naresuan University

*Corresponding author; email: theerata169@gmail.com

ด้วยตนเอง ส่วนผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องทั้ง 3 หัวข้อย่อย (54.35%) ซึ่งแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ สารโควาเลนต์โครงผลึกร่างตาข่าย

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง แบบจำลองทางความคิด พันธะโควาเลนต์

Abstract

This action research aimed to study how to use model-based learning with augmented reality technology strategies to promote students' mental models and its effect on students' mental models in covalent bond topic. The participants were 49 tenth grade students from a school in lower northern part of Thailand. The research instruments included learning management observation form, mental model questionnaire, students' artifacts and interview about instants. The data were analyzed by content analysis in order to categorize students' mental models and find the percentage of each the mental model level.

The results indicated that four steps of model-based learning with Augmented Reality technology strategies for developing students' mental models in covalent bond topic should be as follows. Creation of the model, teacher reviews the content before learning and should present everyday situations related to the covalent bond. Expression of the model, teacher uses questions to motivate students to express their mental model and use various models that are suitable for the covalent bonding. Test of the model, teacher introduces how to use augmented reality and then asks questions to motivate students to find the relationship between information and their models in order to revise their models. Evaluation of the model, students practice to evaluate their models. Furthermore, the results developing students' mental models indicated that the majority of students held correct mental models in 3 topics (54.35%) which covalent network crystals topic was most developed mental models according to the scientific model.

Keywords: Model Based-Learning with Augmented Reality Technology, Mental Models, Covalent bond

บทนำ

แบบจำลองทางความคิด เป็นตัวแทนของความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยอาศัยเจตคติและประสบการณ์เดิม ซึ่งความรู้นี้จะขึ้นอยู่กับความเข้าใจของแต่ละบุคคล (Barquero, 1995 อ้างถึงใน Greca & Moreira, 2000) ซึ่งแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนเป็นพื้นฐานให้ครูในการตัดสินใจว่าจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรเพื่อให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Bucat, 2004 อ้างถึงใน ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาเคมีซึ่งเป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยเนื้อหาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นได้ (Johnstone, 1993 อ้างถึงใน Gilbert, 2004) ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน จากการไม่สามารถสังเกตพฤติกรรมเหล่านั้นได้โดยตรง ดังนั้นเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี จึงเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อนำมาใช้ในการอธิบายและเชื่อมโยงพฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงของสารทั้ง 3 ระดับ (Justi & Gilbert, 2006)

ปัญหาในการมีแบบจำลองทางความคิดไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทำให้การเรียนรู้เคมีไม่ประสบผลสำเร็จ เกิดจากการที่นักเรียนส่วนมากมีแบบจำลองทางความคิดอย่างง่ายไม่ละเอียดซับซ้อน (Coll & Treagust, 2001 อ้างถึงใน Coll, 2008) โดยเฉพาะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ได้แก่ พันธะเคมี ซึ่งเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก และมีการใช้แบบจำลองหลายชนิด ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เลือกที่จะเรียนรู้เนื้อหาด้วยวิธีการท่องจำแทนการทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ (ณัฐธิดา ดิษเจริญ และคณะ, 2557) อีกทั้งหากนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป (Coll & Taylor, 2002) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเรียนเนื้อหาพันธะเคมีผ่านไปแล้วพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อหาเรื่อง พันธะโควาเลนต์ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถใช้กฎออกเตตในการเขียนโครงสร้างแบบจุดและแบบเส้นเพื่ออธิบายการเกิดโมเลกุลโควาเลนต์ได้

ครูผู้สอนมีส่วนที่ทำให้เกิดปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการวิจัยของนักการศึกษาที่ได้รับพบว่า ครูไม่สามารถแสดงรูปแบบตัวแทนสิ่งต่าง ๆ ให้นักเรียนเข้าใจได้ ทำให้นักเรียนมีแบบจำลองที่ไม่ละเอียด (Adbo & Taber, 2009) และครูจะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายในหัวข้อแนวคิดที่เป็นนามธรรม เพราะคิดว่าการสอนด้วยการอธิบายให้นักเรียนฟังอย่างตรงไปตรงมา จะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น แต่กลับพบว่านักเรียนไม่ได้เข้าใจแนวคิดเรื่องนี้อย่างถ่องแท้และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (อนุสิษฐ์ เกื้อกุล, 2554 อ้างถึงใน ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556) สอดคล้องกับการสังเกตการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยพบว่า ครูส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการบรรยายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาที่เป็นนามธรรม โดยครูจะบรรยายอยู่หน้าห้อง ให้นักเรียนจดบันทึกลงในสมุด และครูยังไม่ค่อยนำสื่อการเรียนรู้มาใช้ในการเรียน ทำให้

นักเรียนไม่สามารถจินตนาการถึงสิ่งที่มองไม่เห็นได้จากการบรรยายของครู และไม่สามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนสามารถจินตนาการถึงการเกิดปรากฏการณ์ในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น และเกิดการเรียนรู้จากการสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ดีขึ้น (Barak & Hussein-Farraj, 2013) โดยเริ่มจากการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิด แล้วให้นักเรียนแสดงออกแบบจำลองในลักษณะต่าง ๆ จากนั้นทำการทดสอบแบบจำลอง (Buckley et al., 2004) โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาในข้อจำกัดด้านจินตนาการภาพของผู้เรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (สมศักดิ์ เตชะโกสทิท และณมน จีรังสุวรรณ, 2556 อ้างถึงใน ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557) แล้วทำการประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยการนำไปทดลองใช้อธิบายปรากฏการณ์อื่น และประเมินว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นมานั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีพอหรือไม่ ถ้าแบบจำลองยังไม่สามารถอธิบายได้ นักเรียนจะต้องกลับไปปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง พร้อมทั้งนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมหรือไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น (Buckley et al., 2004)

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนให้มีความสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง มาใช้เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง พันธะโควาเลนต์ เพราะเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูงและยังเป็นปัญหาในการเรียน

วัตถุประสงค์

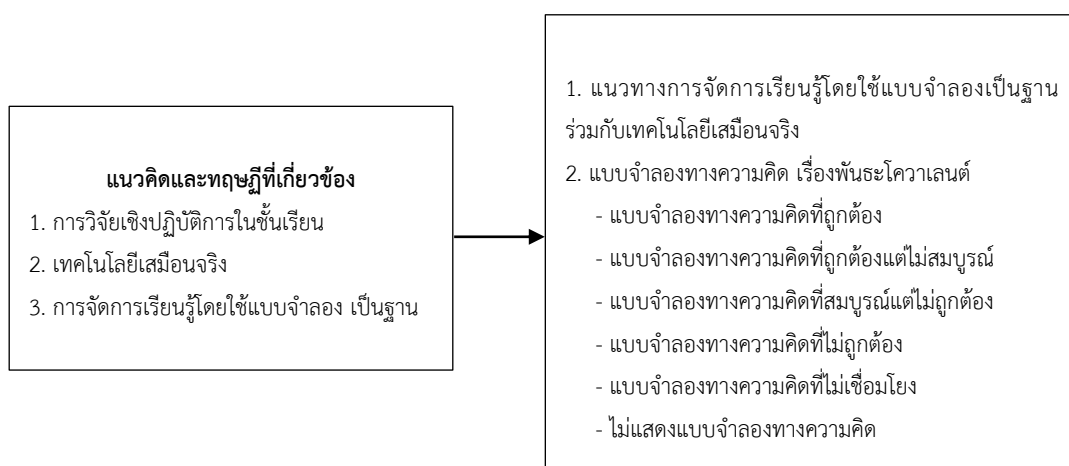
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโควาเลนต์
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโควาเลนต์ เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลา 4 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พันธะโควาเลนต์ เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง พันธะโควาเลนต์ โดยแบ่งเป็นวงจรปฏิบัติการละ 4 ชั่วโมง จำนวน 3 วงจร ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การเกิดและชนิดของพันธะโควาเลนต์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง รูปร่างของโมเลกุลโควาเลนต์ และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง สารโควาเลนต์โครงผลึก่างตาข่าย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของ Kemmis (1998 อ้างถึงใน สิริธรรมา กิจเกื้อกูล, 2557) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล โดยมี 3 วงจรปฏิบัติการ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาของครูผู้สอนและนักเรียน ซึ่งได้ศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Justi & Gilbert (2016) มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการสร้างแบบจำลอง ขั้นการแสดงออกแบบจำลอง ขั้นการทดสอบแบบจำลอง และขั้นการประเมินแบบจำลอง อีกทั้งได้ศึกษาทฤษฎีและการสร้างสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ซึ่งผสมผสานการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงที่สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนให้มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องมากขึ้น และเพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงที่เหมาะสมกับเรื่อง พันธะโควาลেন্ট



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 49 คนที่กำลังเรียนเรื่องพันธะโควาลেন্ট ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก โดยได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับดี และนักเรียนทุกคนมีสมาร์โฟนที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Justi & Gilbert (2016) ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

ตัวแปรตาม : แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พันธะโควาเลนต์ และแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เครื่องมือที่ใช้วิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พันธะโควาเลนต์ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง มีเนื้อหาย่อย คือ การเกิดและชนิดของพันธะโควาเลนต์ รูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ และสารโควาเลนต์โครงผลึกράงตาข่าย โดยผู้วิจัยได้พัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงขึ้นมาเอง ซึ่งเป็นแอปพลิเคชัน Covalent โดยใช้โปรแกรม Unity 3d และ Vuforia ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีผลการพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยที่ 4.78 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญให้ปรับปรุงประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของนักเรียน และแก้ไขใบกิจกรรมให้มีคำสั่งที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนและการจัดการเรียนรู้ของตัวผู้วิจัยในแต่ละวงจรปฏิบัติการ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในวงจรถัดไป ซึ่งจะมีลักษณะที่ให้ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์บันทึกจุดเด่น จุดด้อย และจุดที่ควรปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ รวมถึงสรุปผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

3. แบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาเลนต์ เป็นข้อสอบที่มีข้อคำถามชนิดปลายเปิด จำนวน 7 ข้อ โดยในแต่ละข้อจะให้นักเรียนวาดรูปและอธิบายคำตอบให้มีความครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งแบ่งเป็นเนื้อหาเรื่อง การเกิดและชนิดของพันธะโควาเลนต์ 3 ข้อ รูปร่างของโมเลกุลโควาเลนต์ 3 ข้อ และสารโควาเลนต์โครงผลึกράงตาข่าย 1 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1

4. แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่าง เรื่อง พันธะโควาเลนต์ ใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และไม่ถูกต้อง จำนวน 6 คน โดยเลือกนักเรียนเกณฑ์ละ 2 คน จากผลการวิเคราะห์แบบวัดแบบจำลองทางความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องกับระดับเกณฑ์แบบจำลองทางความคิดจริงหรือไม่ โดยแบบสัมภาษณ์นี้จะมีภาพตัวอย่างทั้งหมด 6 ภาพ ซึ่งเป็นภาพที่ถูกต้อง 2 ภาพ ภาพผิด 2 ภาพ และภาพคลุมเครือยากแก่การตัดสินใจว่าถูกหรือผิด 2 ภาพ ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนโดยการสนทนาซักถามและใช้คำถามกระตุ้นดังนี้ นักเรียนรู้จักรูปนี้หรือไม่ นักเรียนคิดว่ารูปนี้เป็นโมเลกุลโควาเลนต์หรือไม่ ทำไม่ถึงคิดว่าเป็น/ไม่เป็นโมเลกุลโควาเลนต์ เพื่อให้ทราบถึงการอธิบายเหตุผลในการเลือกแบบจำลองว่ามีความสอดคล้องกับแบบจำลองความคิดของผู้เรียนอย่างไร

5. ชิ้นงานของนักเรียน เป็นชิ้นงานที่นักเรียนจะต้องสร้างขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ การวาดรูป 2 มิติ และเขียนอธิบายแสดงการเกิดและชนิดพันธะโควาเลนต์ การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ โมเลกุลโควาเลนต์จากดินน้ำมัน และโครงสร้างผลึกว่างตาข่ายจากแบบจำลองพลาสติก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย โดยได้ดำเนินการตามวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร ในแต่ละวงจรมี 4 ขั้นตอน และได้เก็บข้อมูลดังนี้

1. ขั้นวางแผน ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาในห้องเรียนของนักเรียน ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เทคโนโลยีเสมือนจริง และแบบจำลองทางความคิด เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโควาเลนต์ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Justi & Gilbert (2016) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยดำเนินการวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน เรื่อง พันธะโควาเลนต์ ก่อนการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิด ที่ได้สร้างขึ้น ใช้เวลา 60 นาที จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายซึ่งใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง และได้เก็บข้อมูลแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากชิ้นงานที่ได้ลงมือปฏิบัติในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

3. ขั้นสังเกต ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยบันทึกลงในแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งมีการบันทึกเทปวิดีโอในระหว่างการจัดการเรียนรู้

4. ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้มาสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยปรึกษาผู้เชี่ยวชาญให้ได้แนวทางการปรับปรุงแก้ไขและข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป

จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนซ้ำในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคลอีกครั้ง โดยใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดชุดเดียวกันกับการวัดก่อนการจัดการเรียนรู้ หลังจากนั้นจะเลือกนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และไม่ถูกต้อง จำนวน 6 คน มาสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่าง ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาเลนต์ เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจากบทความการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Justi & Gilbert (2016) ซึ่งผู้วิจัยได้อ่าน ตีความ และสรุปเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งได้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงเข้าไปประยุกต์ใช้ จึงได้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้

แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พันธะโควาแลนด์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางเริ่มต้นในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อสิ้นสุด 3 วงจรปฏิบัติการแล้วนั้น จะรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์มาอ่านและตีความ ทำการจัดกลุ่มข้อมูล แล้วนำมาเขียนเป็นความเรียงเชื่อมโยงข้อสรุปเป็นบทสรุปย่อ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านผู้วิจัย โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์มาเปรียบเทียบความสอดคล้องว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ เพื่อหาข้อสรุปของข้อมูลที่ได้ แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบทั้ง 3 วงจร จึงสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาแลนด์

2. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงต่อการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาแลนด์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน คือ 1) ผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดก่อน-หลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลจากแบบวัดแบบจำลองทางความคิดและแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่าง 2) ผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดระหว่างการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลจากชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยจะนำข้อมูลทั้ง 3 ส่วนมาจัดกลุ่มให้เป็นหมวดหมู่และวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อตีความ และสรุปข้อมูลตามแนวคิดของ Chi & Roscoe (2000 อ้างถึงใน Ogan-Bekiroglu, 2007) ดังนี้ แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง (Correct mental model: CM) แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete correct mental model: ICM) แบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์แต่ไม่ถูกต้อง (Complete flawed mental model: CFM) แบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง (Flawed mental model: FM) แบบจำลองทางความคิดที่ไม่เชื่อมโยง (Incoherent mental model : IM) และไม่แสดงแบบจำลองทางความคิด (No response: No) จากนั้นแสดงระดับแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ซึ่งการวิเคราะห์ผลในส่วนนี้จะใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยจะเห็นว่าผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลหลายชนิด เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของข้อมูลแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พันธะโควาแลนด์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดโดยใช้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว

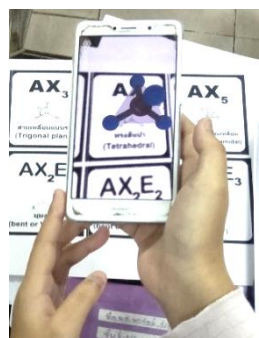
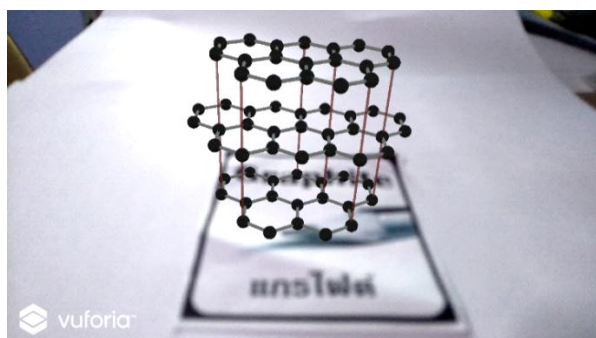
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาแลนด์

ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาแลนด์ สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างแบบจำลอง ครูทบทวนเนื้อหาที่จำเป็นต่อการกระตุ้นแนวคิดและเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล ซึ่งอาจใช้ใบกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองแล้วสรุปเป็นความรู้ร่วมกันภายในห้อง จะสามารถช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้จากกิจกรรมการทบทวนแนวคิดได้ดีขึ้น จากนั้นครูนำสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับพันธะโควาเลนต์โดยอาจจะเป็นข่าว วิดีโอ หรือเรื่องราวที่น่าสนใจใกล้ตัว มาใช้เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงคำตอบและเชื่อมโยงสถานการณ์กับแนวคิดเรื่องพันธะโควาเลนต์ เพื่อนำไปสู่การแสดงออกแบบจำลองของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการแสดงออกแบบจำลอง ครูให้นักเรียนแสดงออกแบบจำลองของตนเองในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การวาดรูป การเขียนอธิบาย การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนในการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับกับการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุล ซึ่งนักเรียนจะได้แสดงออกแบบจำลองของตนเองก่อนโดยการวาดรูปและการเขียนอธิบายตามความคิดของตนเองที่ได้รับจากการทำกิจกรรมสำรวจแนวคิดลงในใบกิจกรรม โดยครูต้องเดินสำรวจนักเรียนแต่ละบุคคล แล้วใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกแบบจำลองของตนเองให้มากที่สุดผ่านการใช้ไมโครโฟนในการพูดคุย จากนั้นให้นักเรียนอธิบายแบบจำลองของตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่ม เพื่อเป็นการตรวจสอบในเบื้องต้นและเพื่อเป็นการยอมรับแบบจำลองของคนอื่นมากขึ้น จากนั้นร่วมกันสรุปเป็นแบบจำลองของกลุ่ม แล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อสื่อสารให้เพื่อนในห้องและครูรับทราบถึงแบบจำลองของกลุ่ม ทำให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้ซึมซับความรู้จากเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อสามารถนำไปแก้ไขแบบจำลองของตนเองได้ต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นการทดสอบแบบจำลอง ครูแนะนำและสาธิตวิธีการใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ได้พัฒนาขึ้นให้นักเรียนได้เข้าใจก่อนที่จะนำไปใช้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องมีสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์อย่างน้อย 1 เครื่อง แล้วให้นำมาติดตั้งแอปพลิเคชันดังกล่าว จากนั้นครูจะนำแผ่นมาร์คเกอร์ให้นักเรียน แล้วอธิบายการใช้งานอย่างละเอียด จากนั้นครูให้นักเรียนใช้แอปพลิเคชันในการศึกษาความรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งจะแสดงเป็นรูปแบบ 3 มิติ ให้นักเรียนได้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุล โดยนักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้ศึกษาไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองของตนเองว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องตามข้อมูลที่นักเรียนได้รับลงในใบกิจกรรม โดยในระหว่างนี้ครูต้องใช้คำถามกระตุ้นเพิ่มเติมให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองของตนเองกับแบบจำลองระดับโมเลกุลที่นักเรียนศึกษาในเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อนำไปแก้ไขแบบจำลองของตนเองให้มีความถูกต้องมากขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดแนวคิดที่ถูกต้องและทำให้นักเรียนมีแบบจำลองที่สอดคล้องกัน (Class-consensus models) โดยให้นักเรียนกลุ่มที่มีแบบจำลองที่ถูกต้องที่สุดออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วครูจึงอธิบายเพิ่มเติมและแก้ไขแบบจำลองให้มีความถูกต้องสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นจากการใช้แบบจำลองของนักเรียน



ภาพ 2 การใช้งานแอปพลิเคชัน Covalent ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการประเมินแบบจำลอง ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้สร้างแบบจำลองของตนเองขึ้นมาใหม่ จากสถานการณ์หรือคำถามที่ครูให้ โดยนักเรียนจะได้แสดงแบบจำลองออกมาทั้งในการวาดรูป เขียนอธิบาย และการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ จากดินน้ำมันและแบบจำลองพลาสติก ซึ่งครูจะต้องให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกัน ทำให้นักเรียนสามารถแสดงแบบจำลองออกมาได้อย่างถูกต้องและเข้าใจง่ายมากขึ้น และครูจะต้องกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสมกับชิ้นงานที่มอบหมายด้วย

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

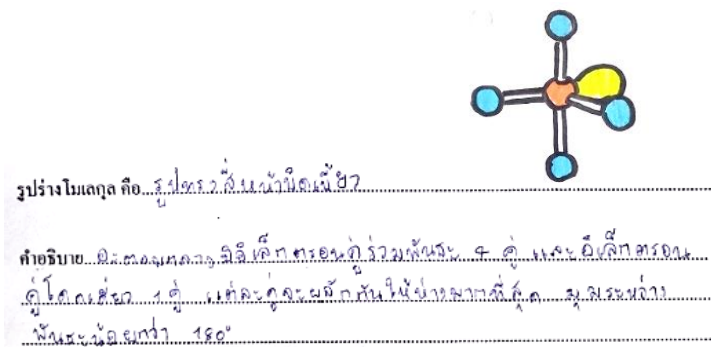
ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโควาเลนต์ ได้ โดยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง ทั้งในหัวข้อการเกิดและชนิดของพันธะโควาเลนต์ (41.50%) รูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ (48.30%) และสารโครงผลึกร่างตาข่าย (36.73%) รองลงมาอยู่ในกลุ่มนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ แบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์แต่ยังไม่ถูกต้อง และแบบจำลองทางความคิดที่ไม่สอดคล้อง โดยไม่มีนักเรียนคนใดที่ไม่แสดงแบบจำลองทางความคิดเลย

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนระหว่างก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

ประเภทแบบจำลอง		ร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิด (N=49)		
ทางความคิด		การเกิดและชนิดพันธะโควาเลนต์	รูปร่างโมเลกุล	โครงผลึกร่างตาข่าย
CM	ก่อนเรียน	7.48	0	16.33
	ระหว่างเรียน	42.86	71.42	88.88
	หลังเรียน	55.78	47.62	75.51
ICM	ก่อนเรียน	20.41	14.97	14.29
	ระหว่างเรียน	32.65	14.28	11.12
	หลังเรียน	27.21	34.69	20.41

ประเภทแบบจำลอง		ร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิด (N=49)		
ทางความคิด		การเกิดและชนิดพันธะโควาเลนต์	รูปร่างโมเลกุล	โครงผลึกแร่ธาตุ
CFM	ก่อนเรียน	23.13	21.09	10.20
	ระหว่างเรียน	24.48	14.28	0
	หลังเรียน	12.24	13.61	4.08
FM	ก่อนเรียน	41.50	48.30	36.73
	ระหว่างเรียน	0	0	0
	หลังเรียน	4.76	4.08	0
IM	ก่อนเรียน	7.48	15.65	22.45
	ระหว่างเรียน	0	0	0
	หลังเรียน	0	0	0
No	ก่อนเรียน	0	0	0
	ระหว่างเรียน	0	0	0
	หลังเรียน	0	0	0

เมื่อจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นในทุกหัวข้อการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องในเรื่องสารโควาเลนต์โครงผลึกแร่ธาตุมากที่สุด (88.88%) และเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ แล้ววัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนอีกครั้งพบว่า นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในเกณฑ์ที่สูงขึ้นทั้ง 3 หัวข้อการเรียนรู้เมื่อเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยส่วนใหญ่ นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องมากที่สุด ในหัวข้อสารโควาเลนต์โครงผลึกแร่ธาตุ (75.51%) เช่นเดียวกับระหว่างการจัดการเรียนรู้ รองลงมาได้แก่หัวข้อการเกิดและชนิดพันธะโควาเลนต์ (55.78%) และรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ (47.62%) แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับระหว่างการจัดการเรียนรู้แล้วพบว่า นักเรียนยังมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องหลังการจัดการเรียนรู้น้อยกว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้ในเรื่องรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์และสารโควาเลนต์โครงผลึกแร่ธาตุ และพบว่า ยังมีนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และสมบูรณ์แต่ไม่ถูกต้องมากขึ้นกว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้ และยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง แต่มีจำนวนที่ลดลง ซึ่งจะเห็นได้จากตาราง 1 อีกทั้งในการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนแต่ละคนสามารถบอกได้ว่าโมเลกุลในภาพใดเป็นพันธะโควาเลนต์ได้ถูกต้อง แต่มีการอธิบายเหตุผลที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดถูกต้อง สามารถอธิบายถึงภาพที่เป็นโมเลกุลโควาเลนต์ได้ถูกต้องทั้งหมด และนักเรียนในกลุ่มที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่ชัดเจนได้ แต่เมื่อใช้คำถามกระตุ้น นักเรียนสามารถแสดงแบบจำลองที่ถูกต้องได้มากขึ้น

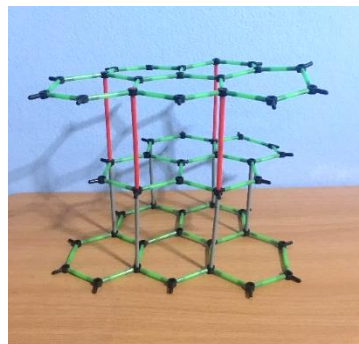
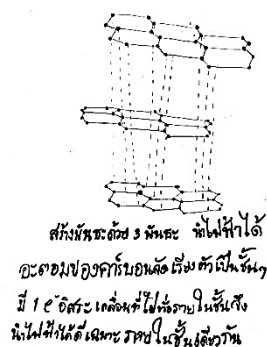


(ก)

(ข)

ภาพ 3 แบบจำลอง 2 มิติแสดงรูปร่างโมเลกุล XeO_2F_2 (ก) และแบบจำลองดินน้ำมัน

(ข) ที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง



(ก)

(ข)

ภาพ 4 แบบจำลอง 2 มิติ (ก) และแบบจำลอง 3 มิติจากแบบจำลองพลาสติก

(ข) ของแกรไฟต์ที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง

สรุปและอภิปรายผล

1. แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงที่สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะโควาเลนต์

การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ามาเป็นสื่อการเรียนรู้ในการตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียน ทำให้นักเรียนมีความสุขและตื่นตัวในการเรียนมากขึ้น และยังทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นโมเลกุลในระดับจุลภาคได้โดยไม่ต้องจินตนาการด้วยตนเอง นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองของตนเองที่สร้างขึ้นกับแบบจำลองที่ได้ศึกษา แล้วนำไปแก้ไขแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้มีความสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ

ณัฐ ดิษเจริญ และคณะ (2557) ที่กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบการสอน สามารถสร้างความสนใจและทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในเนื้อหาที่จะเรียน สามารถช่วยแก้ปัญหาความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้

การทบทวนความรู้โดยการทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความรู้มากกว่า เพื่อนำความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองต่อสถานการณ์ต่อไป โดยครูอาจใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามลงในใบกิจกรรมหรือเป็นการอภิปรายแล้วสรุปร่วมกันในห้อง สอดคล้องกับ Campbell et al. (2015) ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนได้สำรวจแบบจำลองของตนเองที่มีอยู่ก่อนหน้าเพื่อรวบรวมข้อมูลและเหตุผลเข้าด้วยกัน จะทำให้สามารถสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่จะศึกษาได้ดีขึ้น

การใช้สถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันใกล้ตัวนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับพันธะโควาเลนต์ ซึ่งอาจเป็นสีขาว หรือวิดีโอ จะช่วยกระตุ้นความสนใจและทำให้นักเรียนต้องการที่จะเรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยนักเรียนจะพยายามหาคำอธิบายเพื่อนำมาใช้ตอบคำถามมากขึ้น สอดคล้องกับ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2556) ที่กล่าวว่า การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่น่าสนใจ จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองความคิดของตนเองได้ง่ายขึ้น และยังช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ในห้องเรียนให้เกิดความสนุกสนานอีกด้วย และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงแบบจำลองความคิดของตนเองออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแบบจำลอง จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ที่มองเห็นระดับมหภาคกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาคได้มากขึ้น ซึ่งควรที่จะมีการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและการแสดงออกแบบจำลอง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ที่จำเป็นไปใช้เพื่อแสดงออกแบบจำลอง จึงจำเป็นที่ครูจะต้องมีเทคนิคการใช้คำถามที่เหมาะสม ชัดเจนเข้าใจง่ายและครอบคลุม เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงออกแบบจำลองของตนเองออกมาให้มากที่สุด อีกทั้งในขั้นตอนการทดสอบแบบจำลอง ครูต้องมีการใช้คำถามกระตุ้นเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นถึงความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น แต่ครูไม่ควรที่จะบอกคำตอบของนักเรียนโดยตรง สอดคล้องกับ ณัฐชฤต เกื้อทาน (2557) ที่ใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมาให้มากที่สุด

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พันธะโควาเลนต์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนให้มีความถูกต้องสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังจะเห็นได้จากชิ้นงานของนักเรียนทั้ง 3 หัวข้อ การเรียนรู้มีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องมากที่สุด สอดคล้องกับผลการวัดแบบจำลองทางความคิดและการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์แบบจำลองที่ถูกต้องมากที่สุดเมื่อเทียบกับเกณฑ์ในระดับอื่น อีกทั้งจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน และยังพบว่าจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้องน้อยลง รวมถึงไม่มีนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่สอดคล้องด้วย ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างการจัดการเรียนรู้มีการสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจและใช้คำถามใน

การกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออกถึงแบบจำลองทางความคิดของตนเอง และนำเทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ามาเป็นสื่อการเรียนรู้ในชั้นการทดสอบแบบจำลอง ทำให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบข้อมูลเชิงความคิดได้อย่างถูกต้อง สามารถนำมาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้มีสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับ Barak & Hussein-Farraj (2013) ที่กล่าวว่า การใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสอนเนื้อหาที่เป็นนามธรรม จะช่วยทำให้นักเรียนสามารถจินตนาการถึงการเกิดปรากฏการณ์ได้ดีและสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ดีขึ้นด้วย อีกทั้งการทำกิจกรรมที่มีความหลากหลายในการให้นักเรียนได้แสดงออกแบบจำลองทั้งแบบจำลอง 2 มิติ ที่เป็นรูปวาดและคำอธิบาย และแบบจำลอง 3 มิติ (แบบจำลองดินน้ำมันและแบบจำลองพลาสติก) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกถึงแบบจำลองทางความคิดได้อย่างเต็มที่ (กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556) สอดคล้องกับ Moutinho et al. (2017) ได้นำแบบจำลองหลายชนิดมาใช้ในกิจกรรมการสอน ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ และช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดด้วย

แต่อย่างไรก็ตามผลการวัดแบบจำลองทางความคิดหลังการจัดการเรียนรู้ยังมีร้อยละน้อยกว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์และสารโควาเลนต์โครงผลึกράงตาข่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 และยังมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแล้วแต่ยังขาดการอธิบายให้มีความสมบูรณ์สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเกิดจากการทำกิจกรรมสร้างแบบจำลองดินน้ำมันนั้นยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เพราะการใช้ดินน้ำมันและไม่จำเป็นในการแสดงรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ยังไม่มีคู่แข่งแรง นักเรียนไม่เห็นมุมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่ชัดเจน ทำให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50 อีกทั้งในเรื่องรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก และนักเรียนยังมีความงุนงงกับรูปร่างโมเลกุลที่เกิดขึ้นทำให้ยังไม่สามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ สมฤทัย สังฆกรรม (2533) ที่พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจ (Mental models) อยู่ในเกณฑ์ที่ยังไม่สอดคล้องกับความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องรูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ โดยยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับมุมพันธะและไม่สามารถเปรียบเทียบมุมพันธะระหว่างสารได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนรูปร่างโมเลกุลได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถนำไปใช้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยควรจะมีแบบจำลองที่หลากหลายและน่าสนใจเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง
2. ควรมีการอธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีเสมือนจริงและสถิติวิธีการใช้งานก่อนใช้ในการจัดการเรียนรู้
3. สถานการณ์ที่นำมาใช้ในการสอน จะต้องเป็นสถานการณ์ที่อยู่ในชีวิตประจำวันและเข้าใจง่ายเพื่อที่จะให้นักเรียนได้เชื่อมโยงถึงระดับจุลภาคได้ง่ายขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีศักยภาพในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการนำเทคโนโลยีแบบอื่นมาใช้ เช่น เกมส์ Virtual Reality เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในการทำวิจัย และขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ รวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อใช้พัฒนาการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ณัชชฤต เกื้อทาน. (2557). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐ ดิษเจริญ, กรวิพัฒน์ พลเยี่ยม, พนิดา วังคะฮาด, และบุริม จารุจรัส. (2557). *การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ด้วยเทคโนโลยีออกเกมเน็ตเวิร์กดี. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 5(1), 21–27.
- ภรทิพย์ สุภทรชัยวงศ์. (2556). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมฤทัย สังฆกรรม. (2533). *รูปแบบการทำความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี โดยใช้วิธีการสอนแบบเปรียบเทียบตามแนว FAR* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- Adbo, K., & Taber, K. (2009). Learners' Mental Models of the Particle Nature of Matter. *International Journal of Science Education*, 34(2), 7-8.
- Barak, M., & Hussein-Farraj, R. (2013). Integrating Model-Based Learning and Animations for Enhancing Students' Understanding of Proteins Structure and Function. *Research in Science Education*, 43(2), 619–636.
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A. C. H., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., ... Willet, J. (2004). Model-based teaching with biological; what do they learn? how?. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23-41.

- Campbell, T., Phil S. O., Maughn, M., Kiriazis, N., & Zuwallack, R. (2015). A Review of Modeling Pedagogies: Pedagogical Functions, Discursive Acts, and Technology in Modeling Instruction. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 159-176.
- Coll, R. K., & Taylor, N. (2002). Mental models in Chemistry: Senior Chemistry Students' Mental Models of Chemical Bonding. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(2), 175-184.
- Coll, R. K. (2008). Chemistry learners' preferred mental models for chemical bonding. *Journal of Turkish Science Education*, 5(1), 22-47.
- Gilbert, J. K. (2004). Model and modeling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115-130.
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modeling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2006). *Metaphor and Analogy in Science Education*. Netherlands: Springer.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2016). *Modeling-based Teaching in Science Education*. Netherlands: Springer.
- Moutinho, S., Moura, R., & Vasconcelos, C. (2017). Contributions of Model-Based Learning to the Restructuring of Graduation Students' Mental Models on Natural Hazards. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(7), 3043-3068.
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effect of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555-593.