

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTS IN ORGANIC COMPOUNDS BY USING MODEL-BASED LEARNING FOR GRADE 12th STUDENTS

Received: April 9, 2020

Revised: April 26, 2020

Accepted: April 30, 2020

พิมพ์ไพโล จันทรรัตน์กุล^{1*} และสิรินภา กิจเกื้อกุล²
Pimpilai Juntharatkul^{1*} and Sirinapa Kijkuakul²

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: pimpilai1983@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรี ผู้วิจัยใช้การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างแบบจำลอง 2) ขั้นประเมินแบบจำลอง 3) ขั้นดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง และ 4) ขั้นขยายแบบจำลอง และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรมและแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและตรวจสอบแบบสามเส้าด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง โดยนักเรียนเขียนอธิบาย นำเสนอ อภิปรายและตอบคำถามได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องมากที่สุด คือ พันธะคาร์บอน และเนื้อหาที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ไอโซเมอร์ซิม

คำสำคัญ: แบบจำลองเป็นฐาน สารประกอบอินทรีย์ แนวคิดวิทยาศาสตร์ วิจัยปฏิบัติการ

Abstract

The objective of this research was to study how to teach using model-based learning to promote the development of scientific conceptions on organic compounds of 40 Grade 12 students, in a large secondary school in Lopburi province. The researcher used 4 cycles of classroom action research. The Model-Based Learning consists of 4 steps; 1) model generation, 2) model evaluation, 3) model modification, and 4) model elaboration, and carried out data collection using the teaching notes and scientific concept test. The researcher categorizing students' responses into 5 categories and used content analysis and method triangulation to analyze and improve the teaching approach. The findings indicated that the teaching with model-based learning, the students showed more partial understanding than specific misconception. The students can writing, explaining, presenting, discussing and answering questions. The highest of sound understanding is carbon bonding and specific misconception is isomerism.

Keywords: Model-based Learning, Organic Compound, Scientific Concept, Action Research

บทนำ

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และแสดงออกมาเป็นภาษา ข้อความหรือสัญลักษณ์ ซึ่งจะได้รับการพัฒนาขึ้นเมื่อนักเรียนพยายามอธิบายหรือเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ร่วมกับประสบการณ์ ซึ่งความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่อาจตรงกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้ เรียกว่า แนวคิดทางเลือก (Alternative Conception) หากความรู้เดิมของนักเรียนไม่ตรงกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ เรียกว่า แนวคิดคลาดเคลื่อน (Misconception) (Faikhamta, 2011) เมื่อนักเรียนมีแนวคิดทางเลือกที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์จะทำให้การสร้างองค์ความรู้เกิดขึ้นได้ยาก (Tyler, 2002) ดังนั้น ครูจึงจำเป็นต้องออกแบบกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรูวิทยาศาสตร์และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

การเรียนวิชาเคมีก็พบปัญหาที่อาจทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนได้ คือ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และสาเหตุส่วนใหญ่ที่พบในการเรียนการสอน คือ 1) เนื้อหาวิชาเคมีมีความเป็นนามธรรม คำอธิบายส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ในระดับที่นักเรียนจะสังเกตเห็นได้ เช่น อะตอมหรือโมเลกุล ซึ่งนักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายได้ เพราะมองภาพไม่ออกและไม่สามารถทำความเข้าใจแนวคิดหลักทางเคมีได้ (Johnstone, as cited in Vichaidit, 2018) 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูที่เน้นการบรรยาย (Nakhleh, 1992, pp. 191-196) ถ่ายทอดความรู้เพียงฝ่ายเดียว และเนื้อหา มีจำนวนมาก แต่มีเวลาเรียนจำกัด นักเรียนจึงไม่สามารถรับข้อมูลได้ทั้งหมด และ 3) กิจกรรมการเรียนรู้ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่มหรืออภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในห้องเรียน จึงทำให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนไป

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตน โดยผ่านขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง ขั้นประเมินแบบจำลอง ขั้นดัดแปลงและแก้ไขแบบจำลอง จนกระทั่งสามารถขยาย

แบบจำลองในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khongton (2014) การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายหรือนำเสนอข้อมูล เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ทบทวนและเชื่อมโยงความรู้ และแสดงข้อคิดเห็นต่างๆ สะท้อนข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแบบจำลองให้ถูกต้องตามความเข้าใจของตนเอง

จากปัญหาดังกล่าว ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาเคมีและประสบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ จึงสนใจที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และช่วยจัดระบบเนื้อหาที่มีจำนวนมากและซับซ้อน ผ่านการสร้างและใช้แบบจำลอง เมื่อนักเรียนนำแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ จะทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลองมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

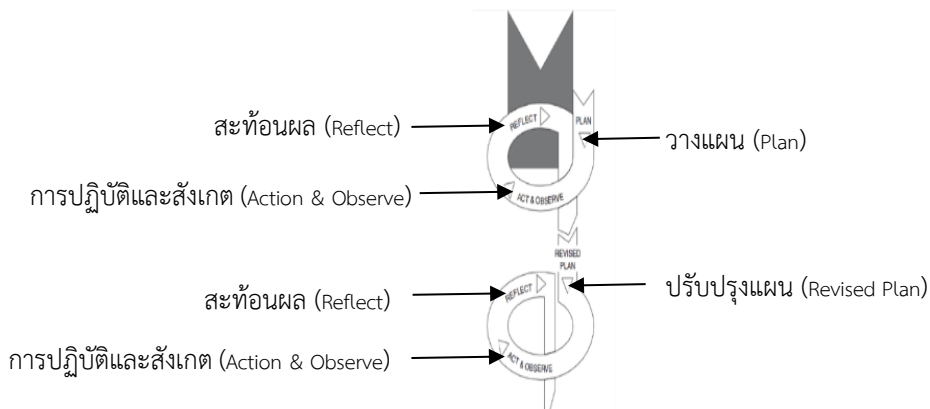
วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ของ Kemmis (as cited in Kijkuakul, 2014) ดำเนินการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการปฏิบัติการ โดยทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการแบบเกลียวหรือที่เรียกว่า PAOR ทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ ตามขั้นตอนที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ คือ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Action) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของ Faikhamta and Supatchaiyawong (2014, pp. 91-93) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างแบบจำลอง 2) ขั้นประเมินแบบจำลอง 3) ขั้นดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง และ 4) ขั้นขยายแบบจำลอง เพราะแต่ละขั้นตอนมีความชัดเจนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และนักเรียนได้พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของตนเองเป็นลำดับขั้น

2. กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนในรายวิชาเคมี 5 (ว30225) โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรี จำนวน 40 คน และดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ใบกิจกรรม ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อให้ให้นักเรียนได้บันทึกข้อสรุปร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม หรือการอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน โดยให้นักเรียนบันทึกทุกครั้งระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ

3.2 แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ เป็นข้อคำถามชนิดปลายเปิด โดยแบ่งตามเนื้อหาย่อยๆ ละ 3 ข้อ จำนวน 4 เนื้อหา รวมจำนวนทั้งหมด 12 ข้อ ซึ่งคำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนวาดรูปโครงสร้างและเขียนอธิบายคำตอบ และผู้วิจัยทำการวัดแนวคิดของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ทั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำไปปรึกษาร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ 1) อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ 2) อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และ 3) ครูประจำการ(คศ.3) ผู้สอนรายวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษา จากนั้นแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ รูปแบบการใช้คำ การตั้งคำถาม การเลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับกิจกรรม จากนั้น จัดเตรียมเครื่องมือเพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการตามวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นวงจร 4 วงจรปฏิบัติการ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นวางแผน ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะคาร์บอน การเขียนโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ การอ่านชื่อสารอินทรีย์ และไอโซเมอร์ซีม

4.2 ขั้นปฏิบัติการ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่สร้างขึ้นตามวงจรปฏิบัติการ และเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4.3 ขั้นสังเกต ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ได้สังเกตการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยบันทึกลงในแผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4.4 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบบันทึกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป

จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนซ้ำในวงจรปฏิบัติการที่ 2, 3 และ 4 หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นตรวจคำตอบของนักเรียนและจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 กลุ่มตามแนวคิดของ Simpson and Marek (1988, pp. 361-374) ได้แก่ 1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding: SU) 2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU) 3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PU/SM) 4) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misconception: SM) และ 5) ไม่มีแนวคิด (Not Understanding: NU) เพื่อใช้อ้างอิงคำตอบในผลการวิจัยการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำใบกิจกรรมและแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการปฏิบัติการมาตรวจและจัดกลุ่มข้อมูลเป็น 5 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Simpson and Marek (1988, pp. 361-374) จากนั้นดำเนินการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วยวิธีสามเส้าแบบ Method Triangulation เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลซึ่งจะแสดงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยและร้อยละของจำนวนนักเรียนในแนวคิดต่างๆ เพื่อดูแนวโน้มของการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

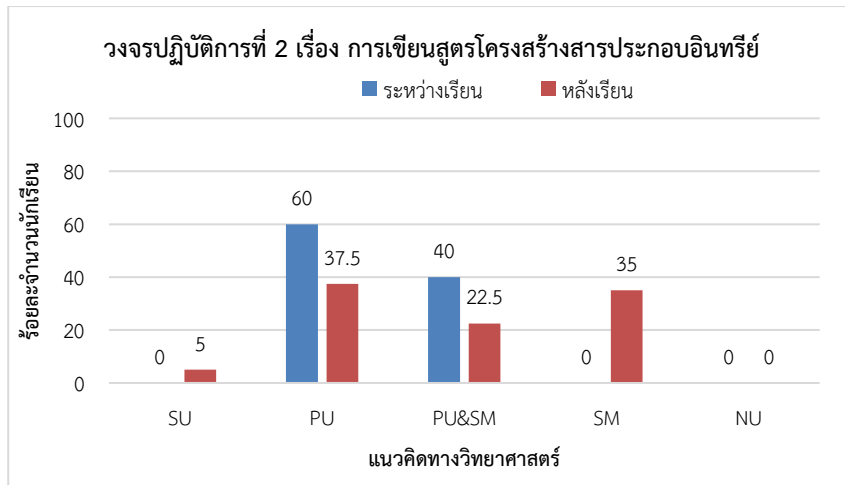
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มแนวคิดของใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มและแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล จากนั้นผู้วิจัยได้นำจำนวนนักเรียนในแต่ละแนวคิดมาหาค่าร้อยละเพื่อให้เห็นแนวโน้มของการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งผลการวิจัยแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียด ดังนี้

1. แนวคิด เรื่อง พันธะคาร์บอน ผลการวิจัย พบว่า ในระหว่างที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU & SM) ร้อยละ 70 ซึ่งนักเรียนเขียนอธิบายได้บางส่วน แต่ยังให้เหตุผลไม่ครอบคลุม รองลงมา คือ มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 10 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 20 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 52.5 โดยเขียนอธิบายได้ถูกต้องบางส่วนแต่ยังอธิบายไม่ชัดเจน รองลงมา คือ มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU & SM) ร้อยละ 30 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 12.5 ที่สามารถอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง

2. แนวคิด เรื่อง การเขียนโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ ผลการวิจัย พบว่า ในระหว่างที่จัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 60 โดยนักเรียนสามารถ เขียนโครงสร้างได้ แต่ยังเขียนอธิบายไม่ชัดเจน รองลงมาคือ มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU & SM) ร้อยละ 40 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 37.5 นักเรียนเขียนโครงสร้างรูปแบบต่างๆ ได้ แต่ยังขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของโครงสร้างแต่ละรูปแบบ รองลงมา คือ มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 35 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU & SM) ร้อยละ 22.5

และมีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 5 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่ ดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 ร้อยละของจำนวนนักเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนในวงจรถับปฏิบัติที่ 2

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมและแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ ดังภาพ 5

2. จากสูตรโมเลกุลที่กำหนดให้เขียนโครงสร้างสูตรโครงสร้างต่อไปนี้

สูตรโมเลกุล	โครงสร้างสูตร (แบบจุด)	โครงสร้างสูตร (แบบเส้น)
C_2H_6	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot \\ H & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\ H & & & & & & \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H - C - C - H \\ & & \\ H & & H \end{array}$
C_5H_{12}	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ H & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\ H & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H \\ & & & & \\ H - C - C - C - C - C - H \\ & & & & \\ H & H & H & H & H \end{array}$
C_6H_{12}	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ H & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\ H & & H & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H & H \\ & & & & & \\ H - C - C - C - C - C - C - H \\ & & & & & \\ H & H & H & H & H & H \end{array}$

นักเรียนมีหลักการเขียนสูตรโครงสร้างแบบใดคืออย่างไร

แบบจุด	แบบเส้น
เขียนโครงสร้างสูตรโมเลกุลให้ชัดเจน	1. เขียน C ติดต่อกันเป็นเส้น
ใช้สัญลักษณ์แทนธาตุ	2. O หรือ N เขียนต่อจาก C
ใช้สัญลักษณ์แทนธาตุ	3. เขียน H ต่อมาจนครบตาม C หรือ H
ใช้สัญลักษณ์แทนธาตุ	4. เขียนตัวเลขบอกจำนวน

(ก) คำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม

1. เขียนโครงสร้างสูตรโครงสร้างต่อไปนี้

โครงสร้าง ก.	โครงสร้าง ข.	โครงสร้าง ค.
$\begin{array}{c} H & H & H & H & H & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ H & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\ H & & H & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ H & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\ H & & H & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ H & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & C & \cdot & H \\ & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \\ H & & H & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$

โครงสร้างโมเลกุลเป็นสารชนิดใดคือ

โครงสร้าง ก. มีชื่อ โครงสร้าง ข. มีชื่อ โครงสร้าง ค. มีชื่อ

นักเรียนมีหลักการเขียนสูตรโครงสร้างแบบใดคืออย่างไร

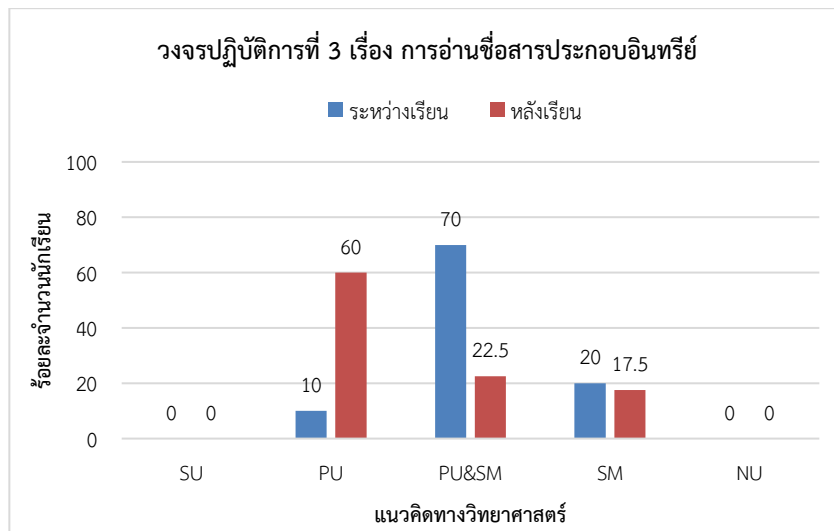
1. เขียน C ติดต่อกันเป็นเส้น 2. O หรือ N เขียนต่อจาก C 3. เขียน H ต่อมาจนครบตาม C หรือ H 4. เขียนตัวเลขบอกจำนวน

(ข) คำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิด

ภาพ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแนวคิดเรื่อง การเขียนโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

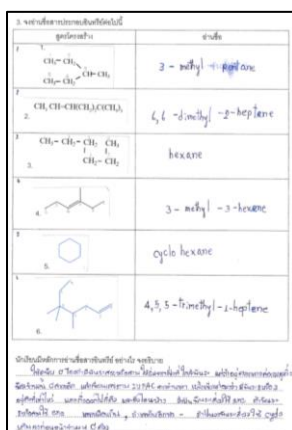
3. แนวคิด เรื่อง การอ่านชื่อสารประกอบอินทรีย์ ผลการวิจัย พบว่า ในระหว่างที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU & SM) ร้อยละ 70 โดยนักเรียนบางกลุ่มระบุชื่อหลักได้ แต่ลงท้ายเสียงตามหมู่ฟังก์ชันยังไม่ถูกต้อง และมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 20 และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 10 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียน

ส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 60 โดยระบุโซ่หลักและหมู่ฟังก์ชันได้ถูกต้อง แต่ไม่ระบุจำนวนของหมู่แอลคิลที่มีมากกว่า 1 หมู่ เช่น di-, tri-, tetra- รองลงมา คือ มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU & SM) ร้อยละ 22.5 และมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 17.5 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น แต่ยังพบว่านักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่ ดังแสดงในภาพ 6

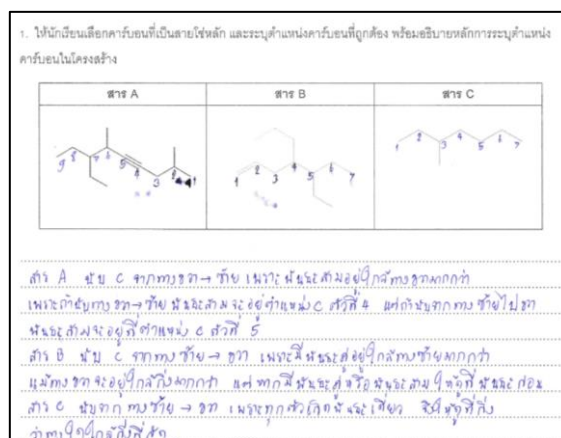


ภาพ 6 ร้อยละของจำนวนนักเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนในวงจรรปฏิบัติการที่ 3

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมและแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การอ่านชื่อสารประกอบอินทรีย์ ดังภาพ 7



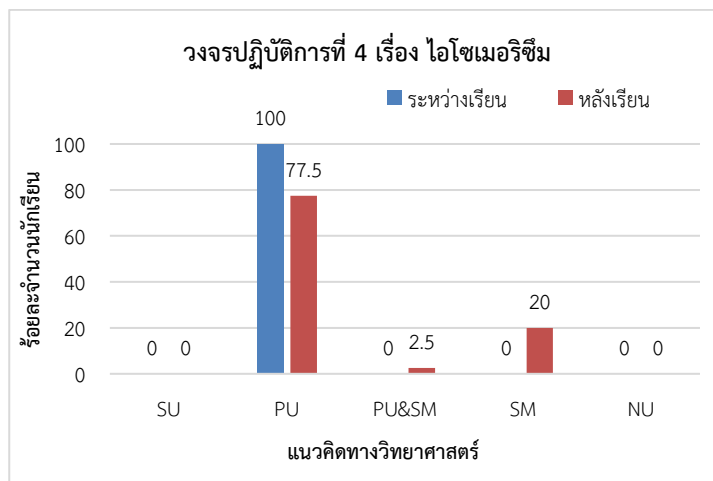
(ก) คำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม



(ข) คำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิด

ภาพ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแนวคิดเรื่อง การอ่านชื่อสารประกอบอินทรีย์

4. แนวคิด เรื่อง ไอโซเมอร์ซิม ผลการวิจัย พบว่า ในระหว่างที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนทุกกลุ่มมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนร่วมกันวางบัตรภาพได้ถูกต้อง ตัวแทนกลุ่มนำเสนอและอธิบายโครงสร้างของกลุ่มตนเองได้ถูกต้อง พร้อมกับเริ่มต้นเขียนโครงสร้างสารไอโซเมอร์ได้ แต่ยังไม่ครบตามจำนวน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 77.5 โดยนักเรียนเขียนสารไอโซเมอร์ได้ แต่นักเรียนบางส่วนเขียนไอโซเมอร์เป็นสารชนิดเดียวกัน รองลงมา คือ มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 20 และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU & SM) ร้อยละ 2.5 ตามลำดับ ดังภาพ 8



ภาพ 8 ร้อยละของจำนวนนักเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนในวงจรรปฏิบัติการที่ 4

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมและแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไอโซเมอร์ซิม ดังภาพ 9

3. จงเขียนไอโซเมอร์ของสารชนิดที่ 1 C_4H_8

ไอโซเมอร์ของไอโซเมอร์ของสารชนิดที่ 1 C_4H_8 มีไอโซเมอร์ 4 ชนิดเป็นดังนี้

ข้อที่ 1) 1-บิวทีน (1-butene) ข้อที่ 2) 2-บิวทีน (2-butene) ข้อที่ 3) ไอโซบิวทีน (isobutylene) ข้อที่ 4) ไบไซคลิก (cyclobutane)

ไอโซเมอร์ของไอโซเมอร์ของสารชนิดที่ 1 C_4H_8 มีไอโซเมอร์ 4 ชนิดเป็นดังนี้

ข้อที่ 1) 1-บิวทีน (1-butene) ข้อที่ 2) 2-บิวทีน (2-butene) ข้อที่ 3) ไอโซบิวทีน (isobutylene) ข้อที่ 4) ไบไซคลิก (cyclobutane)

3. จงหาโครงสร้างของสารชนิดที่ 1

โครงสร้างของสารชนิดที่ 1 เป็นไอโซเมอร์ของสารชนิดที่ 1 ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเป็น C_4H_8

โครงสร้างของสารชนิดที่ 1 เป็นไอโซเมอร์ของสารชนิดที่ 1 ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเป็น C_4H_8

ข้อ A เป็นไอโซเมอร์ เพราะ มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน

ข้อ B ไม่เป็นไอโซเมอร์ เพราะ มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างเหมือนกัน

ข้อ C ไม่เป็นไอโซเมอร์ เพราะ มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างไม่เหมือนกัน โดยที่ สาร C มีโครงสร้าง C_4H_{10}

ข้อ D เป็นไอโซเมอร์ เพราะ เป็นสารชนิดเดียวกัน

(ก) คำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม

(ข) คำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิด

ภาพ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแนวคิด เรื่อง ไอโซเมอร์ซิม

ผลการวิจัยทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง ซึ่งในแนวคิดที่มีนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ เรื่องพันธะคาร์บอน รองลงมา คือ การเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ การอ่านชื่อสารประกอบอินทรีย์ และนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ เรื่องไอโซเมอร์ซิม

การอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง ซึ่งผู้วิจัยแสดงรายละเอียดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พันธะคาร์บอน ในระหว่างการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถาม สืบค้นข้อมูล เขียนแสดงคำตอบลงในใบกิจกรรมได้ แต่ยังมีบางกลุ่มที่ยังตอบได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหา ผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติมพร้อมยกตัวอย่างเพิ่มเติม นอกจากนี้ ยังให้คำแนะนำและตรวจสอบการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดเวลา หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนและอธิบายแสดงการเกิดพันธะคาร์บอนได้ถูกต้องมากขึ้น โดยเขียนโครงสร้างแบบจุด แบบเส้น และรูปโครงสร้าง 3 มิติ จากโปรแกรม Chems sketch พร้อมทั้งอธิบายหลักการเขียนแสดงพันธะได้ครบถ้วน แต่มีนักเรียนบางส่วนยังตอบไม่ครบถ้วน เนื่องจากนักเรียนเขียนโครงสร้างได้ถูกต้อง แต่ยังเขียนอธิบายได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหา ทั้งนี้ อาจมาจากความรู้พื้นฐานของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Gülten et al. (2011, pp. 52–56) ที่กล่าวว่า แนวคิดพื้นฐานเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะนำไปพัฒนาสู่แนวคิดอื่นๆ ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การเขียนโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันเขียนโครงสร้างของสารอินทรีย์รูปแบบต่างๆ ได้แก่ โครงสร้างแบบลิวอิส แบบย่อ แบบเส้น และมุม ซึ่งเขียนได้ถูกต้องบางรูปแบบ เพราะนักเรียนไม่สามารถโยงเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการเขียนโครงสร้างแต่ละแบบโดยใช้สัญลักษณ์หรืออะตอมของธาตุได้ จึงทำให้หลังเรียนนักเรียนบางคนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่ อีกทั้งระหว่างเรียนนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มนักเรียนบางคนไม่แสดงออกทางความคิดของตนเอง แต่หลังเรียนนักเรียนทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล จึงทำให้นักเรียนบางส่วนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน อย่างไรก็ตาม ภาพรวมของการเขียนโครงสร้างสารอินทรีย์พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น เพราะนักเรียนสามารถนำเสนอและเขียนอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างรูปแบบต่างๆ ได้ถูกต้องครบถ้วน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การอ่านชื่อสารประกอบอินทรีย์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้นจากการตอบคำถามและการเขียนตอบในใบกิจกรรม การสืบค้นข้อมูล หลักการอ่านชื่อตามระบบ IUPAC ของสารอินทรีย์ประเภทต่างๆ โดยพิจารณาจากหมู่ฟังก์ชันและโซ่หลัก เมื่อการจัดการเรียนรู้สิ้นสุดลงพบว่า นักเรียนอธิบายการอ่านชื่อของสารอินทรีย์ประเภทต่างๆ ตามหมู่ฟังก์ชันได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครอบคลุมเรื่องการอ่านชื่อสารอินทรีย์ เช่น ไม่ระบุตำแหน่งของพันธะคู่ พันธะสาม หรือหมู่ฟังก์ชัน การลงท้ายชื่อตามหมู่ฟังก์ชัน

รวมถึงการระบุจำนวนของหมู่แอลคิลที่มีมากกว่า 1 หมู่ เช่น di- , tri- , tetra- ซึ่งทำให้ชื่อสารอินทรีย์ไม่ถูกต้องตามกับสูตรโครงสร้าง

วงจรรูปปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ไอโซเมอร์ซึม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้นักเรียนสามารถวางบัตรภาพและเขียนโครงสร้างสารที่เป็นไอโซเมอร์กันจากสูตรโมเลกุลที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรมและโปรแกรม Chemscketch ได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน เพราะนักเรียนยังลำดับหลักการเขียนไอโซเมอร์ไม่ได้ว่าต้องเริ่มเขียนอย่างไร จึงทำให้นักเรียนเขียนไอโซเมอร์ได้ไม่ครบ อีกทั้งยังต้องใช้จินตนาการในการมองภาพสารไอโซเมอร์ในลำดับถัดไป จึงทำให้นักเรียนบางส่วนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ทั้งนี้ เนื่องจากลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรม ใช้จินตนาการและทำความเข้าใจได้ยาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khongton (2014) นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหานามธรรม ต้องอาศัยจินตนาการ ส่งผลให้นักเรียนมีความยากต่อการทำความเข้าใจ ในการวิจัยนี้จึงพบนักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอยู่

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีความถูกต้องสอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง รวมถึงไม่มีนักเรียนที่ไม่เข้าใจหรือไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของเนื้อหาหรือแนวคิด ความรู้พื้นฐานของนักเรียน และการเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและสามารถทำให้นักเรียนแสดงออกแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมาได้ที่สุด ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื้อหาเรื่องสารประกอบอินทรีย์มีลักษณะเป็นนามธรรม ต้องอาศัยความจำหรือจินตนาการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงสามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้กับเนื้อหาอื่นที่มีลักษณะเป็นนามธรรมได้ เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ ดาราศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในขั้นสร้างแบบจำลองแต่ละวงจรรูปปฏิบัติการ ผู้วิจัยใช้สื่อที่เป็นวิดีโอจาก Youtube เกมจาก Kahoot และบัตรภาพ มาใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมา ดังนั้นหากจะนำไปใช้ควรเลือกสื่อการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิดของตนเองออกมาเต็มที่ เพื่อที่จะพัฒนาแนวคิดของนักเรียนได้ถูกต้องมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไป เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับโปรแกรม Chemscketch ควรใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นแนวคิดพื้นฐาน เช่น เรื่องพันธะเคมี ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับโครงสร้างและรูปร่างโมเลกุลของสารประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นโครงสร้างหรือรูปร่างโมเลกุลที่ชัดเจน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่เนื้อหาในระดับที่สูง เช่น เรื่องสารประกอบอินทรีย์ ได้

References

- Faikhamta, C. (2011). *Teaching Method for elementary school*. Bangkok: April Printing. [in Thai]
- Faikhamta, C., & Supatchaiyawong, P. (2014). Model-based learning. *Kasetsart Educational Review*, 29(3), 91-93. [in Thai]
- Gülten, S., Özge, Ö., & Melis, A. U. (2011). A study of determination of pre-service chemistry teachers' understanding about acids and bases. *Procedia Computer Science*, 3(1), 52–56.
- Khongtong, T. (2014). *Enhancing achievement of learning in organic chemistry topic of Mathayomsuksa 5 students by model-based learning* (Master thesis). Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. [in Thai]
- Kijkuakul, S. (2014). *Science learning for 21st century teacher*. Phetchabun: Juldis Printing. [in Thai]
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69, 191-196.
- Vichaidit, P. R. (2018). *Learning management of chemistry for learners in 21st century*. Lopburi: Lopburi Design. [in Thai]
- Simpson, W. D., & Marek, E. A. (1988). Understanding and misconceptions of biology concepts held by students attending small high schools and students attending large high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(5), 361-374.
- Tyler, R. (2002). Learning for understanding in science: Constructivism/conceptual-change model in science teacher education. *Science Education*, 80, 317-341.