

การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน Development of Grade 10 Students' Mental Model on the Learning Unit of Cell Structure and Function Using Model-Based Learning

ศิรินันท์ คำแข็งขวา^{1*} และพรณวิไล ดอกไม้²

Sirinan Khamkhaengkwa^{1*} and Panwilai Dokmai²

(Received: Oct 27, 2024; Revised: Dec 26, 2024; Accepted: Dec 26, 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเซลล์และการทำงานของเซลล์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 40 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ และการแบ่งเซลล์ จำนวน 4 แผน และแบบวัดแบบจำลองทางความคิดแบบอัตนัย ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 วงจรปฏิบัติการ ประกอบด้วย ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล และทำการวัดด้วยแบบวัดแบบจำลองทางความคิดเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา กำหนดเกณฑ์การผ่านที่ระดับกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ขึ้นไป ผลการวิจัยพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.5 และวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100

คำสำคัญ: แบบจำลองทางความคิด เซลล์และการทำงานของเซลล์ การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม 44000

M.Ed., Student in Science Education, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand

*Corresponding author, e-mail: 658210300104@rmu.ac.th

² คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม 44000

Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand

ABSTRACT

This research purposed to develop Grade 10 students' mental model on the learning unit of "Cell Structure and Function" using model-based learning approach. The target group consisted of 40 students from a very large school in Kalasin Province in the first semester of the academic year 2023. The research employed purposive sampling to select the target group. The research instruments included four lesson plans of the model-based learning on cell, cell transportation, cellular respiration, cell division and the mental model subjective test. The study utilized four operational cycles of action research, consisting of plan, action, observe and reflect and measured the students' mental model using the mental model test at the end of each learning cycle. Data analysis statistics involved percentage, mean, and content analysis. The passing criteria of students' mental model is the Incomplete Correct Mental Models level or higher. The result revealed that: operational cycle 1 found 65 percent of students passed the criteria of Incomplete Correct Mental Models or higher, operational cycle 2 found 75 percent of students passed the criteria, operational cycle 3 found 77.5 percent of students passed the criteria and operational cycle 4 found 100 percent of total students passed the criteria.

Keywords: Mental model, Cell structure and function, Model based learning

บทนำ

แบบจำลองทางความคิด (Mental model) เป็นตัวแทนของความคิดที่เกิดขึ้นเฉพาะบุคคล เปรียบเสมือนตัวแทนแนวคิดของนักเรียน นักเรียนจะต้องสร้างองค์ความรู้ขึ้นภายในความคิดของตนเองเพื่อใช้แทนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงทางวิทยาศาสตร์ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้นๆ (Gilbert, 2005) แบบจำลองมีความสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีส่วนในการพัฒนากระบวนการคิดและพัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง โดยเพิ่มเป็นทักษะที่ 14 ของกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งบูรณาการอยู่ในหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้มีทักษะการสร้างแบบจำลอง เพื่อสื่อสารแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ ในรูปแบบต่างๆ เช่น การวาดภาพ กราฟ สมการ หรือข้อความ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

จากการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ในปี ค.ศ. 2015 2018 และ 2022 ของประเทศไทย พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 421, 426 และ 409 คะแนน ซึ่งประเทศไทย มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) นักเรียนไทยมีคะแนนสมรรถนะ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์น้อย สะท้อนให้เห็นว่าสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังขาดอยู่ คือ การสร้างและใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพราะแบบจำลองเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น มาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ทำความเข้าใจได้ยาก เนื่องจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ต่างๆ ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวอย่างเพียงตัวอย่างเดียว หรือการถ่ายทอดผ่านความเรียงเพียง อย่างเดียว จึงควรมีการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด เพราะหากนักเรียนสร้าง แบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องกับนักวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน จะกลายเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับ และสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ได้ แต่ถ้าหากนักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้เกิดแนวคิดและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Office of Commercial Services Queensland University of Technology, 2002 อ้างถึงใน สุรัสวดี ปะกิริระเค, 2561) นอกจากนี้จากการสังเกต การสอนในรายวิชาชีววิทยา และประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่ใช้แบบจำลองเซลล์พืช และเซลล์สัตว์มาเป็นสื่อเพื่ออธิบายโครงสร้างเซลล์ที่ซับซ้อนให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องโครงสร้าง ของเซลล์ เนื่องจากเซลล์มีขนาดเล็กยากที่จะมองเห็นรายละเอียดและองค์ประกอบภายในเซลล์ ได้ด้วยตาเปล่า รวมถึงผู้วิจัยมีการนำแบบจำลองมาใช้เพื่อส่งเสริมวิธีการสอนในเนื้อหาที่ซับซ้อน จากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่กลับมองว่าแนวคิดเรื่องโครงสร้างเซลล์เป็นเรื่อง ที่ต้องใช้การท่องจำมากกว่าความเข้าใจ ปัญหาที่ตามมานักเรียนไม่ได้มีส่วนร่วมในการสร้าง แบบจำลองขึ้นมาใช้เอง ส่งผลต่อกระบวนการในการทำความเข้าใจแนวคิด การประยุกต์ใช้แนวคิด และการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของอนุพงศ์ ไพธศรี, ชาตรี ฝ่ายคำตา, เอกรัตน์ ทานาค, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และเอกภูมิ จันทระขันตี (2565) ที่พบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์จากแบบจำลองในการสาธิตหน้าชั้นเรียนและอธิบายความรู้ที่ซับซ้อน และผลการวิจัยยังสะท้อนได้ว่า ครูใช้แบบจำลองในการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน แทนที่ จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดแบบจำลองทางความคิด

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดนั้นจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนพัฒนากลุ่มแบบจำลอง ทางความคิดได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบนี้ทำให้นักเรียนได้เป็นผู้สร้างและพัฒนาแบบจำลอง ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยผ่านการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อให้ได้มา

ซึ่งข้อมูลที่จะใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (ศักดิ์กรินทร์ อะจิมา, 2564) ซึ่งกระบวนการสร้างแบบจำลองจัดเป็นแนวปฏิบัติหลักทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการสำคัญที่นำไปสู่การรู้วิทยาศาสตร์ (Schwarz et al., 2009) ซึ่ง Gobert and Buckley (2000) กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนนำประสบการณ์เดิมจากแบบจำลองพื้นฐานมาสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา ขั้นที่ 2 การใช้และประเมินแบบจำลอง นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาและประเมินแบบจำลอง ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์ โดยผู้สอนเป็นผู้ร่วมอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแบบจำลองทางความคิดให้กว้างขึ้น สอดคล้องกับ Dolphin, Benoit, Burylo, Hurst, Petryshen and Wiebe (2018) ที่กล่าวว่าลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ สร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการนำความรู้เดิมมาใช้ร่วมกับความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของตนเองผ่านการใช้หรือสร้างแบบจำลอง มีการประเมิน แก้ไขปรับปรุง ไม่เพียงแต่นำความรู้ที่ได้ไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ แต่สามารถนำไปใช้ทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

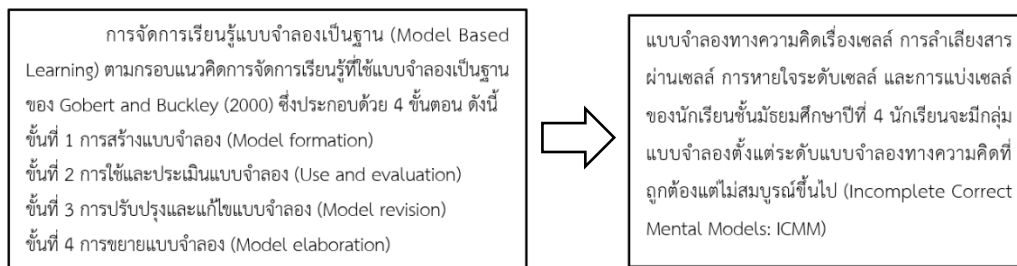
จากแนวคิดสภาพปัญหา และงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานตามแนวคิดของ Gobert and Buckley (2000) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาในเรื่องเซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ และการแบ่งเซลล์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง เซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบจำลองเป็นฐานให้มีกลุ่มแบบจำลองตั้งแต่ระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Correct Mental Models: ICMM) ขึ้นไป

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน มีกรอบแนวคิดวิจัยดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยเลือกใช้กระบวนการวิจัยที่เป็นวงจรตามรูปแบบของ Kemmis and McTaggart (1998) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนงานทั้งสิ้น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติงาน (Reflect) โดยงานวิจัยนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับกลุ่มเป้าหมาย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากการเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาตลอดปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงและทำการขออนุญาตนักเรียนในการเก็บข้อมูลจากนักเรียน และนักเรียนทุกคนยินดีที่จะเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 เครื่องมือที่ใช้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่องเซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ และการแบ่งเซลล์ จำนวน 4 แผน 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Gobert and Buckley (2000) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง ขั้นที่ 2 การใช้และประเมินแบบจำลอง ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง และ ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ทั้งหมด 4 แผน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.38-4.66 (S.D. อยู่ในช่วง 0.19-0.28) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดแบบจำลองทางความคิด เป็นแบบวัดแบบอัตนัยเรื่อง เซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ และการแบ่งเซลล์ จำนวน 7 ข้อ ใช้วัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนโดยทำการวัดเมื่อเสร็จสิ้นแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยนำแบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบวัด ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดแบบจำลองทางความคิดมีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดแบบจำลองไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมาย พบว่าแบบวัดแบบจำลองทางความคิด มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.33-0.69 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26-0.61 และค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's α -Coefficient) เท่ากับ 0.78

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยเก็บข้อมูลตามระเบียบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

3.1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากบทเรียนก่อนหน้า เรื่องสารชีวโมเลกุล เพื่อคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งศึกษารูปแบบวิธีการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล กำหนดขอบเขตเนื้อหา นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) นำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่เซลล์ เวลาเรียน 3 ชั่วโมง วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์ เวลาเรียน 3 ชั่วโมง วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ เวลาเรียน 3 ชั่วโมง และวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การแบ่งเซลล์ เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

3.3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยได้สังเกตการจัดการเรียนรู้ในขณะที่ทำการสอนไปด้วย โดยสังเกตและบันทึกข้อมูลหลักฐานสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนในกิจกรรมต่างๆ ตามที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร เมื่อใช้เครื่องมือแบบวัดแบบจำลองทางความคิด และผลที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน เพื่อจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน หลังสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนสะท้อนผลหลัง

การจัดการเรียนการสอนแต่ละวงจรปฏิบัติการในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การสะท้อนผลการปฏิบัติงานในขั้นต่อไป

3.4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) คือ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกในขั้นสังเกตมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดตามกรอบแนวคิดของ Chi and Roscoe (2002) ดังแสดงในตารางที่ 1 ทำการวิเคราะห์เบื้องต้น โดยทำการสุ่มแบบวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนออกมาร้อยละ 10 ของกลุ่มเป้าหมาย คือ 4 ฉบับจาก 40 ฉบับ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และครูผู้สอนวิชาชีววิทยา 1 ท่าน ที่มีประสบการณ์การสอนในรายวิชาชีววิทยามากกว่า 10 ปี ร่วมทำการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์เดียวกัน แยกกันประเมินอย่างอิสระ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาอภิปรายร่วมกับผู้วิจัย เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของการตีความคำตอบของนักเรียน จนกระทั่งได้ความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ตรงกันทั้งหมด ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนที่เหลือด้วยตนเอง

ตารางที่ 1 เกณฑ์การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดตามกรอบแนวคิดของ Chi and Roscoe (2002)

กำหนด	กลุ่มแบบจำลองทางความคิด	ความหมาย
CMM	แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง (Correct Mental Models)	แบบจำลองทางความคิดถูกต้องสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ครบทุกองค์ประกอบ
ICMM	แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Correct Mental Models)	นักเรียนวาดภาพถูกต้องและอธิบาย เหตุผลถูกต้อง สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ
CFMM	แบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์ แต่ไม่ถูกต้อง (Complete Flawed Mental Models)	นักเรียนวาดภาพ ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือวาดภาพไม่ถูกต้อง และ อธิบายเหตุผลถูกต้อง สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ
FMM	แบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง (Flawed Mental Models)	นักเรียนวาดภาพไม่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กำหนด	กลุ่มแบบจำลองทางความคิด	ความหมาย
IMM	แบบจำลองทางความคิดที่ไม่เชื่อมโยง (Incoherent Mental Model)	นักเรียนวาดภาพและอธิบายเหตุผลไม่สอดคล้องกับข้อคำถามหรือเขียนบรรยายแต่ไม่อธิบายเหตุผล
NR	ไม่แสดงแบบจำลองทางความคิด (No Response)	นักเรียนไม่ตอบคำถาม ไม่เขียนข้อความ ไม่วาดภาพ

4.2 นำกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามประเภทแบบจำลองทางความคิด ที่วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis) ด้วยวิธีการแบบอุปนัย (Inductive method) ตามเกณฑ์การจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดพิจารณาคำตอบของนักเรียนในตารางที่ 1 มาพิจารณา กำหนดเกณฑ์ผ่านการประเมินให้นักเรียนจะต้องผ่านระดับกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Correct Mental Models: ICMM) ขึ้นไป

4.3 นำจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มแบบจำลองทางความคิดมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ค่าร้อยละ และเขียนบรรยายแนวคิดของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแบบจำลองทางความคิด

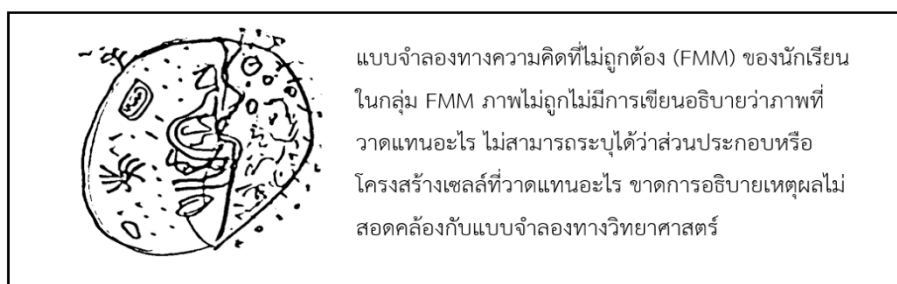
ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในแบบวัดแบบจำลองทางความคิด หลังสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ เมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละและจำนวนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลองทางความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1

วงจรปฏิบัติการ	เรื่องย่อย	ร้อยละและจำนวนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลอง [n=40]					
		CMM	ICMM	CFMM	FMM	IMM	NR
วงจรที่ 1	องค์ประกอบ	45	47.5	7.5	0	0	0
	เซลล์	[18]	[19]	[3]	[0]	[0]	[0]
	หน้าที่ของ	52.5	17.5	25	5	0	0
	ออร์แกเนลล์	[21]	[7]	[10]	[2]	[0]	[0]
	โครงสร้าง	62.5	2.5	10	17.5	5	2.5
	นิวเคลียส	[25]	[1]	[4]	[7]	[2]	[1]

จากตารางที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย 3 เรื่องย่อยได้แก่ 1) องค์ประกอบเซลล์ 2) หน้าที่ของออร์แกเนลล์ และ 3) โครงสร้างนิวเคลียส นักเรียนที่จะผ่านเกณฑ์การประเมิน ในวงจรปฏิบัติการนี้จะต้องผ่านกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (ICMM) ขึ้นไป ในทุกเรื่องย่อย จากการประเมินนักเรียนจำนวน 40 คน พบว่าเรื่องย่อยที่ 1 นักเรียนผ่านเกณฑ์ จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 92.5 เรื่องย่อยที่ 2 นักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70 เรื่องย่อยที่ 3 นักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65 ทั้งนี้มีนักเรียนเพียง 26 คน ที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 เรื่องย่อย ดังนั้นนักเรียนที่ผ่านกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิด ICMM ขึ้นไป ในทุกเรื่อง จึงมีเพียงจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65 และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 35 ผู้วิจัยได้กำหนดให้นักเรียนวาดองค์ประกอบเซลล์ที่น่าจะเกิดขึ้นหลังจากได้รับเชื้อ ไวรัสโควิด-19 พบว่านักเรียนวาดภาพที่ยังไม่ถูกต้อง ไม่มีการเขียนอธิบายว่าภาพที่วาดแทนอะไร ไม่สามารถระบุได้ว่าส่วนประกอบหรือโครงสร้างเซลล์ที่วาดแทนอะไร ขาดการอธิบายเหตุผล ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง (FMM)

จากบันทึกอนุทินของนักเรียนพบว่า “เปิดมาด้วยรูปเซลล์แบบที่เคยเรียน แอบงงค่ะ พังเคยเห็น” “ชอบที่ได้ทำกิจกรรมแล้วมีวาดภาพ หนูรู้สึกว่าจะอธิบายได้ดี” ทำให้ทราบความคิดของนักเรียน ซึ่งหากภาพที่นำมาใช้ใกล้ตัวจะทำให้เข้าถึงแบบจำลองแรกเริ่มของนักเรียนได้ยาก จึงได้นำไปปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปโดยเลือกใช้ภาพที่ใกล้ตัวนักเรียน ได้แก่ ภาพเกล็ดต่างหีบหุ้มในปีกเกอร์และดอกไม้ที่แช่ในแจกัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง เกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละและจำนวนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลองทางความคิดในวงจร
ปฏิบัติการที่ 2

วงจร ปฏิบัติการ	เรื่องย่อ	ร้อยละและจำนวนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลอง [n=40]					
		CMM	ICMM	CFMM	FMM	IMM	NR
วงจรที่ 2	การลำเลียง	35	40	17.5	7.5	0	0
	สารทะลุ	[14]	[16]	[7]	[3]	[0]	[0]
	เยื่อหุ้มเซลล์						
	การสร้างถุง	60	17.5	0	22.5	0	0
	ผ่านเยื่อหุ้ม	[24]	[7]	[0]	[9]	[0]	[0]

จากตารางที่ 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีกลุ่มแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การลำเลียงสารทะลุเยื่อหุ้มเซลล์ผ่านกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (ICMM) จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 75 นักเรียนมีกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง (CMM) จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 77.5 ทั้งนี้มีนักเรียนเพียง 30 คนที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 2 เรื่องย่อ คิดเป็นร้อยละ 75 และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ มีจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 25 ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับการลำเลียงออกซิเจนเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดง ปรากฏว่าในภาพวาดของนักเรียนมีการระบุวาทะสิ่งใด แต่ยังขาดการเขียนลูกศรแสดงทิศทางการลำเลียงของแก๊สออกซิเจนเข้าสู่เซลล์ และไม่เขียนคำอธิบายว่าเป็นการลำเลียงสารแบบการแพร่ธรรมดา ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์ แต่ไม่ถูกต้อง (CFMM)

“จากบันทึกอนุทินของนักเรียนพบว่า สิ่งที่นักเรียนยังไม่รู้ “คนที่เม็ดเลือดแดงไม่สมบูรณ์เป็นแบบเสี้ยวพระจันทร์ การลำเลียงแก๊สออกซิเจนจะเหมือนคนทั่วไปมั้ย” เมื่อถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในขั้นขยายแบบจำลอง ผู้วิจัยจึงได้ให้นักเรียนรวมกลุ่มสร้างแบบจำลองเพื่อร่วมกันหาคำตอบ

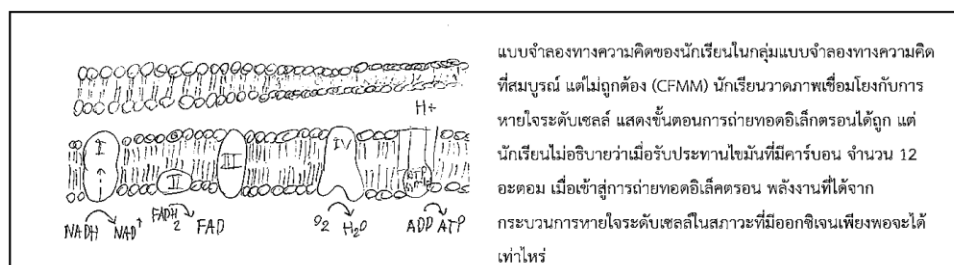
ว่าผู้ป่วยโรค Sick cell จะมีการลำเลียงแก๊สออกซิเจนเป็นอย่างไร นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย และสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงออกแบบจำลองทางความคิดออกมาในรูปแบบแผนภาพ เพื่ออธิบายว่ามีการลำเลียงออกซิเจนแบบการแพร่ธรรมดาเช่นกัน แต่จะสามารถลำเลียงได้น้อยกว่า”

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่องการหายใจระดับเซลล์ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละและจำนวนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลองทางความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการ	เรื่องย่อย	ร้อยละและจำนวนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลอง [n=40]					
		CMM	ICMM	CFMM	FMM	IMM	NR
วงจรที่ 3	การหายใจ	40	37.5	15	5	2.5	0
	ระดับเซลล์	[16]	[15]	[6]	[2]	[1]	[0]

จากตารางที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่าหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดผ่านกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (ICMM) ขึ้นไปในเรื่องการหายใจระดับเซลล์ มีจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 77.5 และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ มีจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 ผู้วิจัยได้กำหนดให้นักเรียนแสดงแผนภาพการเกิดกระบวนการ Electron Transport Chain เพื่ออธิบายพลังงานทั้งหมดที่ได้จากกระบวนการหายใจระดับเซลล์ในสถานะที่มีออกซิเจนเพียงพอจากกรดไขมัน $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ ปรากฏว่าในภาพวาดของนักเรียนเขียนแผนภาพเชื่อมโยงกระบวนการหายใจระดับเซลล์ แต่ลำดับขั้นตอนไม่ถูกต้อง ไม่อธิบายการได้พลังงานสุทธิจากกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์ แต่ไม่ถูกต้อง (CFMM)

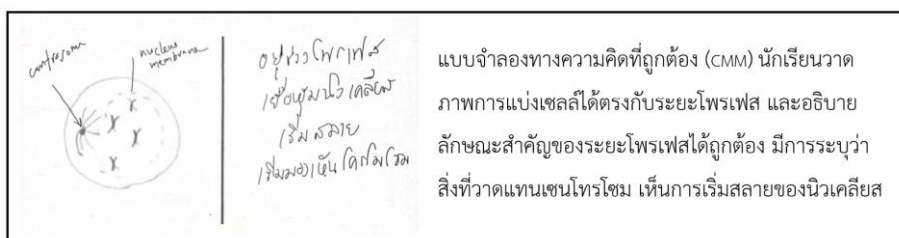
จากบันทึกอนุทินของนักเรียน พบว่าการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนช่วยให้นักเรียนเรียนรู้และเข้าใจเรื่องการหายใจระดับเซลล์ “หนูได้แชร์ข้อมูลกับเพื่อนเพราะหนูเข้าใจแค่เรื่องเครปส์ไซเคิล ส่วนเพื่อนรู้การถ่ายทอดอิเล็กตรอน พอช่วยกันคิดเข้าใจเลยคะ” แสดงให้เห็นว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและส่งผลต่อการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด

ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่องการแบ่งเซลล์ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละและจำนวนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลองทางความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 4

วงจรปฏิบัติการ	เรื่องย่อย	ร้อยละและจำนวนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลอง [n = 40]					
		CMM	ICMM	CFMM	FMM	IMM	NR
วงจรที่ 4	การแบ่งเซลล์	85	15	0	0	0	0
		[34]	[6]	[0]	[0]	[0]	[0]

จากตารางที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 พบว่าหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดผ่านกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (ICMM) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15 และมีแบบจำลองทางความคิดผ่านกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง (CMM) จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 85 ดังนั้นพบว่านักเรียนทั้งหมดผ่านเกณฑ์กลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (ICMM) ขึ้นไปจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งนักเรียนสามารถวาดภาพการแบ่งเซลล์ได้ตรงกับระยะโปรเฟส และสามารถอธิบายลักษณะสำคัญของระยะโปรเฟสได้ถูกต้อง มีการระบุสิ่งแทนแบบจำลองว่าส่วนใดในภาพเป็นเซนโทรโซม จึงทำให้แบบจำลองทางความคิดถูกต้องและสมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 5



แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง (CMM) นักเรียนวาดภาพการแบ่งเซลล์ได้ตรงกับระยะโปรเฟส และอธิบายลักษณะสำคัญของระยะโปรเฟสได้ถูกต้อง มีการระบุสิ่งที่วาดแทนเซนโทรโซม เห็นการเริ่มคลายของนิวเคลียส

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง (CMM)

สรุปผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้ง 4 วงจร กำหนดเกณฑ์ผ่านการประเมินให้นักเรียนจะต้องผ่านกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Correct Mental Models: ICMM) ขึ้นไป พบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.5 และวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มีการเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเรื่องเซลล์ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ และการแบ่งเซลล์ได้

อภิปรายผล

จากการดำเนินการทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ร้อยละ 100 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้นำความรู้เดิมมาใช้ร่วมกับความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของตนเองผ่านการสร้างแบบจำลองทางความคิด มีการประเมินแก้ไขปรับปรุงแบบจำลองจนสามารถอธิบายสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ สอดคล้องกับที่ Dolphin, et al. (2018) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างแนวคิด และวัตถุที่เป็นเป้าหมายในการศึกษา หรือปรากฏการณ์ใดๆ เพื่อสร้างทฤษฎีหรือองค์ความรู้ใหม่ กระบวนการสร้างแบบจำลองเริ่มต้นจากการที่บุคคลหนึ่งสร้างแบบจำลองทางความคิด จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ เพื่อนำเสนอตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ใหม่ที่ตนเองสังเกตเห็น ซึ่งจัดเป็นแบบจำลองแรกเริ่ม จากนั้นแสดงแบบจำลองออกมา เพื่ออธิบาย หรือทำนายปรากฏการณ์ที่ตนเองสังเกตเห็น แต่อย่างไรก็ตามยังพบประเด็นปัญหาคือ นักเรียนบางคนมีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง ไม่เชื่อมโยง รวมถึงการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนยังขาดการระบุสิ่งที่สร้างขึ้นแทนสิ่งใดทำให้ผู้อื่นไม่เข้าใจสิ่งที่นักเรียนสร้าง ผู้วิจัยจะขออภิปรายข้อค้นพบ ประเด็นปัญหา และแนวทางการแก้ไข ดังนี้

นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง (CMM) มากที่สุดคือเรื่องการแบ่งเซลล์ ทั้งนี้การที่นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องนั้น ผู้วิจัยพบว่าในขั้นการสร้างแบบจำลองได้กระตุ้นการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่พบเห็นได้ ยกตัวอย่างเช่น เรื่องการงอกของรากหอม ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดอย่างตรงประเด็นว่าทำไมรากหอมถึงงอกได้ เพื่อเข้าถึงความรู้เดิมของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดออกมาในรูปแบบของภาพวาด ทำให้เห็นแบบจำลองทางความคิดแรกเริ่มของนักเรียน สอดคล้องกับอมรรัตน์ ปานเพชร และธิดิยา บงกชเพชร (2566, น. 501) ที่กล่าวว่า “ครูต้องนำเสนอปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดออกมา โดยคำถามจะต้องชัดเจนตรงประเด็นซึ่งจะช่วยให้

นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองแรกเริ่มของตนเอง และยังทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนได้ดี” อย่างไรก็ตามนักเรียนบางส่วนนึกไม่ออกว่าภายในรากหอมมีอะไร เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การเตรียมสไลด์สดเซลล์รากหอมเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เมื่อนักเรียนได้รับรู้จากประสบการณ์ตรง การศึกษาจากสื่อของจริงช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ได้ แต่บางครั้งภาพที่ได้จากการศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์อาจไม่ชัดเจน เมื่อสิ้นสุดการบันทึกผลจากกิจกรรม จึงมีการเตรียมภาพถ่ายให้เห็นโครโมโซมชัดเจนและตัวอย่างการแบ่งเซลล์ในระยะต่างๆ พร้อมทั้งนำเสนอวิดีโอทัศน์แสดงการเปลี่ยนแปลงระยะต่างๆของการแบ่งเซลล์ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น จนส่งผลให้นักเรียนทุกคนสร้างแบบจำลองทางความคิดออกมาได้ ซึ่งแบบจำลองของนักเรียนเขียนระบุว่าส่วนใดแทนนิวเคลียส โครโมโซมเส้นใยสปินเดิล และเขียนอธิบายลักษณะเด่นที่เกิดขึ้นในระยะ M phase ได้ถูกต้อง ส่งผลให้ผ่านกลุ่มระดับแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ (ICMM) ขึ้นไปทุกคน สอดคล้องกับ กษมาส จันทรสกุล (2562, น. 64) ที่กล่าวว่า “การศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เป็นการจัดกิจกรรมรูปแบบหนึ่งที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยประสบการณ์ตรง แต่เมื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนผ่านแบบจำลองทางความคิดนั้น นักเรียนส่วนใหญ่มีความคลาดเคลื่อน จึงได้มีการให้ความรู้แก่นักเรียนเพิ่มเติม จะช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในเรื่องการแบ่งเซลล์ได้ดีกว่า”

ส่วนนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง (FMM) ยกตัวอย่างเช่น ในเรื่องการหายใจระดับเซลล์ นักเรียนวาดแผนภาพการถ่ายทอดอิเล็กตรอนไม่ถูกต้อง แสดงพลังงานที่ได้จากกระบวนการไม่ถูกต้อง ปัญหาที่พบบ่อยนักเรียนแสดงขั้นตอนการได้พลังงานในแต่ละขั้นตอนของการหายใจระดับเซลล์ในสถานะที่มีออกซิเจนเพียงพอ นอกเหนือจากการกลูโคสไม่ได้ แสดงว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจในเรื่องการได้พลังงานจากสารอื่นที่นอกเหนือจากกลูโคส ผู้วิจัยจึงเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายหาคำตอบร่วมกัน นักเรียนคนที่หนึ่งนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการตัดคาร์บอนทีละ 2 อะตอม นักเรียนอีกคนเข้าใจเกี่ยวกับการคำนวณพลังงานที่ได้กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ทั้งคู่แลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง เป็นผลจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนกับเพื่อน ขณะที่นักเรียนบางคนตั้งคำถามกับครูว่าขั้นตอนวัฏจักรเครปส์ได้พลังงานกี่ ATP ผู้วิจัยจะไม่ตอบคำถามนักเรียนทันที แต่จะถามว่ามีผลิตภัณฑ์ใดบ้างที่ได้จากวัฏจักรเครปส์ และจากนั้นจึงถามนักเรียนว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้เมื่อเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะเป็นอย่างไร นักเรียนจึงสามารถเชื่อมโยงการได้พลังงานจากกรดไขมันได้ และสามารถแสดงออกแบบจำลองทางความคิดของมาในรูปแบบของแผนภาพการถ่ายทอดอิเล็กตรอน เป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน จะเห็นได้ว่าครูผู้สอนไม่ได้มีบทบาทในการถ่ายทอดความรู้ฝ่ายเดียว แต่ปรับตัวเป็นเหมือนโค้ชที่แนะนำนักเรียนให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม สอดคล้องกับชาตรี ฝ่ายคำตา (2563, น. 188) ที่กล่าวว่า “บทบาทของครูควรถามคำถามนักเรียนว่าทำไม และอย่างไร เพื่อให้ นักเรียนอธิบายคำตอบที่ถูกและผิด แทนการถ่ายทอดความรู้อย่างเดียว แต่ควรกระตุ้นด้วยคำถาม โดยถามนักเรียนว่าทำไมจึงคิดเช่นนั้น ให้นักเรียนอธิบายแบบจำลองความคิดตามความเข้าใจด้วยภาษาของตนเอง” และสอดคล้องกับงานวิจัยของภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา

และพจนารถ สุวรรณรุจิ (2558, น. 108) กล่าวว่า “การใช้คำถามที่ต้องการให้นักเรียนพัฒนาการ สร้างแบบจำลองทางความคิดครอบคลุมแนวคิดที่ต้องการสอนรวมถึงแนวคิดที่เป็นพื้นฐาน ที่จำเป็นในการเรียนแนวคิดใหม่ ควรเป็นคำถามที่มีความชัดเจนเข้าใจง่าย”

นอกจากนี้แบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์ แต่ไม่ถูกต้อง (CFMM) ของนักเรียนที่พบ ยกตัวอย่างเช่น เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบาย การลำเลียงออกซิเจนเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดงโดยให้นักเรียนเลือกวัสดุที่หาได้ง่ายในชีวิตประจำวัน มาใช้ในการสร้าง พบปัญหาคือนักเรียนไม่ได้ระบุว่าวัสดุที่เลือกใช้แทนสิ่งใด เมื่อลองให้เพื่อนคนอื่นมา ดูก็ตอบคำถามไม่ตรงกับสิ่งที่เพื่อนสร้าง เพราะไม่รู้วัสดุที่สร้างขึ้นสื่อถึงสิ่งใด ผู้วิจัยจึงได้แนะนำ ให้นักเรียนระบุว่าวัสดุใดแทนสิ่งใด โดยเขียนข้อความระบุให้ชัดเจน และย้ำเตือนแนวทางการสร้าง แบบจำลองว่าจะต้องระบุสิ่งแทนความแบบจำลองทางความคิดให้ละเอียดจึงจะสามารถเชื่อมโยง กับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้ ทำให้นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองได้ดีขึ้น ผู้วิจัยเน้น ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับทฤษฎี Constructivism ที่อธิบายว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการเรียนรู้เชิงรุก กล่าวคือ เป็นการเรียนรู้ ผ่านการลงมือกระทำ เมื่อนักเรียนลงมือกระทำก็จะเกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ ขึ้น เหตุการณ์นี้จะทำให้นักเรียนต้องการดูซึมความรู้ เพื่อผสมผสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และสร้างแบบจำลอง ของตัวเองขึ้น และสอดคล้องกับที่ Gibert and Justi (2016) กล่าวว่าจัดการการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างแบบจำลอง ทางความคิด เพื่อหลีกเลี่ยงแนวคิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการจัดการ เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีเป้าหมายมุ่งเน้นการพัฒนาองค์ความรู้เดิม และการพัฒนา แบบจำลองความคิดของนักเรียน ผลจากการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนสามารถแสดงออกแบบจำลองทางความคิดออกมาในรูปแบบภาพวาด ข้อความ แผนภาพได้ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดในเรื่องเซลล์ การลำเลียงสาร ผ่านเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ และการแบ่งเซลล์ได้สอดคล้องกับแบบจำลองของนักวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นตามลำดับในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่เห็นว่าจะเป็นประโยชน์ โดยสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

1.1 เนื่องจากการแสดงออกแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนแต่ละบุคคล เกิดจาก ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนควรเข้าถึงแบบจำลองทางความคิดแรกเริ่ม ของนักเรียนให้ได้มากที่สุด โดยการกระตุ้นด้วยคำถาม ใช้รูปภาพ สถานการณ์ที่สามารถพบได้ง่าย ในชีวิตประจำวัน เพื่อทำให้นักเรียนแสดงออกแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมาได้มากที่สุด

1.2 การจัดกิจกรรมให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อช่วยประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนสร้าง ว่าสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด เพื่อที่นักเรียนจะได้ปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง จนกระทั่งสามารถอธิบายข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และพัฒนาไปสู่แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูจึงมีบทบาทที่สำคัญจะต้องใช้คำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมิน ปรับปรุง และแก้ไขแบบจำลองทางความคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของตนเองได้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นำไปพัฒนาหรือศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติมได้ เช่น ทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนมีการสร้างแบบจำลองทางความคิดออกมาในรูปแบบภาพวาด ข้อความ แผนภาพ ซึ่งมีการใช้สิ่งแทนความสามารถพัฒนาการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควบคู่ได้

เอกสารอ้างอิง

- กขมาส จันท์สกุล. (2562). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรังสิต). สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2566, จาก <https://rsuir-library.rsu.ac.th/bitstream/123456789/103/1/Kachamas%20Chansakul.pdf>
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2563). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 1(1), น. 97-124.
- ศักรินทร์ อะจิมา. (2564). ผลการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 12(2), น. 269-286. สืบค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2566, จาก <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/4197/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. สืบค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2566, จาก <https://scimath.org/e-books/8923/flippingbook/index.html>

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). (2566). *ผลการประเมิน PISA 2022*. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2566, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>
- สุรัสวดี ปะภิระเค. (2561). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).
- อนุพงศ์ ไพรศรี, ชาตรี ฝ่ายคำตา, เอกรัตน์ ทานาค, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และเอกภูมิ จันทรวงศ์. (2565). การสร้างและใช้แบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 24(1), น. 349-358.
- อมรรัตน์ ปานเพชร และธิดิยา บงกชเพชร. (2566). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารร้อยแก่นสาร*, 8(8), น. 493-509.
- Chi, M. T. & Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. Dordrecht: Springer Netherlands. Retrieved January 5, 2023, from https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47637-1_1
- Dolphin, G., Benoit, W., Burylo, J., Hurst, E., Petryshen, W., & Wiebe, S. (2018). Braiding history, Inquiry, and model-based learning: A collection of open-source historical case studies for teaching both Geology content and the nature of science. *Journal of Geoscience Education*, 66(3), pp. 205-220.
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education* (pp. 9-27). Dordrecht: Springer.
- Gilbert, J. K. & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Basel, Switzerland: Springer international publishing.
- Gobert, J. D. & Buckley, C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), pp. 891–894.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1998). *The action research planer* (3rd ed.). Victoria: Deakin University Press.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D. & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for Scientific modeling: Making Scientific modeling accessible and meaningful for learners. *The Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), pp. 632-654.