บทความวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

วริษฐา รัตนพันธุ์จักร์[1] พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ[1*] และ ธีรศักดิ์ เอโกบล[2]

ได้รับบทความ: 6 มีนาคม 2561
ได้รับบทความแก้ไข: 10 มีนาคม 2562
ยอมรับตีพิมพ์: 22 มีนาคม 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องยีนและโครโมโซมของนักเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 29 คน โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เน้นความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์แห่งในจังหวัดนนทบุรี เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่องพันธุศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มไม่มีคำตอบ กลุ่มแบบจำลองขั้นต้น กลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดในแต่ละบุคคลด้วยสถิติ Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks Test และหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวคิดก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดได้ทุกแนวคิด โดยเฉพาะเรื่องการจำลองดีเอ็นเอ ความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับโปรตีน การสังเคราะห์โปรตีนและการกลาย ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และแต่ละแนวคิดมีแบบแผนการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองต่างกัน การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาแบบจำลองทางความคิดในเนื้อหาพันธุศาสตร์ ซึ่งมีความซับซ้อน มีลักษณะเป็นกระบวนการ และมีความเป็นนามธรรมได้ โดยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด ทำการสำรวจตรวจสอบและแก้ไขแนวคิดของตนให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: แบบจำลองทางความคิด การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ยีนและโครโมโซม

---

[1]ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน; email address: pongprapan.p@ku.th

Development of Grade 12 Students' Mental Model of Gene and Chromosome through Model-Based Learning

Warithar Rattanapanjak[1], Pongprapan Pongsophon[1*] and Teerasak E-kobon[2]

Received: 6 March 2018
Revised: 10 March 2019
Accepted: 22 March 2019

ABSTRACT

This action research aimed to develop high school students' mental model in the unit of gene and chromosome using model-based learning (MBI). The target group was a classroom of grade 12 students (n=29) from a science high school in Nonthaburi province, Thailand. To diagnose existing and revised mental models, Mental Model of Genetics Test (MMGT) was employed. Regarding data analysis, the responses were classified into four categories based on the degree of congruence with a scientific model; No Response, Initial Model, Synthesis Model, and Scientific Model. Descriptive statistics was used to provide summaries about the measures. Individual change in the type of a mental model over the course of intervention was examined, visualized and tested by Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks Test. The different patterns of change were revealed by visual inspection. The statistical testing indicated that MBI could develop a mental model in most concepts; DNA replication, the relationship between DNA and protein, protein synthesis and mutation ($P < .01$) and there were various patterns of change in their mental model after the instruction. The study provides implication on how to develop a mental model for complicated, process-like and abstract concepts in Genetics by facilitating the students to build, collaboratively test, and revise the initial model to become a scientific model.

Keywords: mental model, model–based learning, gene and chromosome

[1]Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]Department of Genetics, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900
*Corresponding author; email address: pongprapan.p@ku.th

บทนำ

ยีนและโครโมโซมเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญในการศึกษาเรื่องพันธุศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวคิดหลักในวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อีกทั้งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นนักเรียนควรมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในแนวคิดเรื่องยีนและโครโมโซม เพื่อให้รู้และเข้าใจการถ่ายทอดทางพันธุกรรม นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก เช่น การโคลนนิ่ง การตัดต่อทางพันธุกรรม ซึ่งถ้านักเรียนไม่มีความเข้าใจในเรื่องยีนและโครโมโซม อาจนำความรู้ที่ผิดไปใช้และทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับยีนและโครโมโซมในทุกช่วงชั้น โดยแนวคิดเรื่องยีนและโครโมโซม จัดอยู่ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต มุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยในระดับประถมศึกษานักเรียนสามารถอธิบายลักษณะที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูกว่าเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ สามารถอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในแต่ละรุ่น ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มุ่งเน้นให้นักเรียนต้องมีความเข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต สามารถอธิบายลักษณะของโครโมโซมที่มีหน่วยพันธุกรรมหรือยีนในนิวเคลียส ความสำคัญของสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชันและการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพได้ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวคิดเรื่องยีนและโครโมโซม ในระดับโมเลกุล โดยนักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ นอกจากนี้นักเรียนยังต้องสามารถสืบค้นและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพและความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถอธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติและผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติมีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต [1] ซึ่งในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมยังเพิ่มเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม โครงสร้างดีเอ็นเอและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า แนวคิดเรื่องยีนและโครโมโซมมีความสำคัญ หลักสูตรต้องการให้นักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเรื่องยีนและโครโมโซมจะเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญที่นักเรียนควรเรียนรู้ แต่จากการเข้าไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียนที่เน้นความเป็นเลิศแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี เป็นระยะ เวลาหนึ่งปีการศึกษา ได้รับรายงานจากครูพี่เลี้ยงและการสังเกตด้วยตนเองพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถจัดระบบทางความคิดได้ ทำให้บทเรียนที่ได้เรียนรู้ไม่มีความปะติดปะต่อ ไม่มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาหรือประสบการณ์เดิมที่ได้เรียนรู้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ส่งผลให้การเรียนรู้ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องยีน โครโมโซม แอลลีล แอลลีลเด่น แอลลีลด้อย และโรคทางพันธุกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ดังเช่น งานวิจัยของพอรินทร์ พุกพูนธนพัฒน์ [2] พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองร่วมกับเทคนิคอุปมาอุปไมยสามารถช่วยให้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่ยังมีนักเรียนจำนวนมากที่ยังคงมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน นอกจากนี้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเชื่อมโยง

องค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์และดีเอ็นเอได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายการจำลองดีเอ็นเอและการสังเคราะห์โปรตีนได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยต่างประเทศของ Lewis และคณะ [3] ที่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกลไกและกระบวนการของพันธุกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ Kibuka-Sebitosi [4] พบว่านักเรียนขาดความเข้าใจกลไกและกระบวนการเกี่ยวกับพันธุกรรมและการถ่ายทอด มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของพันธุกรรม และพบว่ามีความเข้าใจที่ขัดแย้งกันระหว่างความเชื่อแบบเดิมกับการถ่ายทอดความรู้วิทยาศาสตร์ การที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดวิทยาศาสตร์อาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ อาจเนื่องด้วยเรื่องยีนและโครโมโซมมีลักษณะที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรงจากประสาทสัมผัส จึงทำให้ยากต่อความเข้าใจ [5] นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรมและโครโมโซม ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของโครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ส่งผลให้นักเรียนจดจำเนื้อหาตามที่ครูสอน โดยขาดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ [6] นอกจากนี้เนื้อหาพันธุศาสตร์นั้นต้องมีพื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ อาทิ ความน่าจะเป็น (กฎเมนเดล) ต้องมีความรู้พื้นฐาน ได้แก่ โครงสร้างเซลล์ เพื่อนำไปต่อยอดในเรื่องการจำลองดีเอ็นเอและสังเคราะห์โปรตีน มีแนวคิดซับซ้อนเป็นกระบวนการ ได้แก่การจำลองดีเอ็นเอ การสังเคราะห์โปรตีน เป็นต้น ทำให้ยากต่อการเข้าใจ โดยส่วนใหญ่นักวิทยาศาสตร์จะทำความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ โดยใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนของความคิดหรือโครงสร้างทางความคิดที่อยู่ภายในสมองของตนซึ่งจะมีลักษณะเฉพาะตัวหรือที่เรียกว่า แบบจำลองทางความคิด (mental models) [7] แบบจำลองทางความคิดที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจะแสดงออกมาภายนอกให้บุคคลอื่นรับรู้ได้ในหลายรูปแบบ เช่น วัตถุหรือสิ่งของที่เป็นรูปธรรม คำพูด สัญลักษณ์ ภาพวาด หรือลักษณะท่าทาง ซึ่งเรียกสิ่งเหล่านี้ว่าแบบจำลองที่แสดงออก (expressed models) [8] ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางความคิด โดยเฉพาะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม จะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเรื่องยีนและโครโมโซมมากยิ่งขึ้น

จากการทำการศึกษาค้นคว้าจะเห็นได้ว่าวิธีการที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้น มีหลากหลายวิธีและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning) ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการนำแบบจำลองเข้าสู่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นจะทำให้นักเรียนได้นำความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การสร้างแบบจำลองทางความคิดในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อนำเสนอแนวคิด ร่วมกับการมีโอกาสได้เรียนรู้ร่วมกัน การอภิปรายร่วมกัน การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเพื่อให้ได้รับความรู้จากการเข้าใจสิ่งใหม่ๆ ที่นำไปสู่การออกแบบสร้างแบบจำลอง ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ [9] โดยแบบจำลองเป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิดกระบวนการหรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง และมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดต่างๆ ได้ง่ายขึ้น รวมไปถึงนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติและช่วยให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า [10] ดังนั้นจากเหตุผลทั้งหมดข้างต้น จึงต้องการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดในเรื่องยีนและโครโมโซม และต้องการศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะสามารถช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดในเรื่องยีนและโครโมโซม ทำให้นักเรียนสามารถมองสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ และทำให้นักเรียนจัดเรียงความคิดอย่างเป็นระบบโดยเชื่อมโยงแบบจำลองทางความคิดเดิมที่มีอยู่กับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดเรื่องยีนและโครโมโซมถูกต้องและสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องด้วย

วิธีวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองความคิดเรื่องยีนและโครโมโซมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยวิธีดำเนินการวิจัยของงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) โดยใช้รูปแบบตามแนวคิดของ Kemmis และ McTaggart [11] ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยเนื่องจากผู้วิจัยไม่มีประสบการณ์ในการสอนมาก่อนและเมื่อได้เข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียนแห่งนี้ ผู้วิจัยจึงเริ่มต้นจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน จากคำชี้แนะของครูพี่เลี้ยง และสำรวจการสอนของตนเองว่ามีจุดเด่น จุดด้อยอะไรบ้างนักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายหรือไม่ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น แล้วจึงหาวิธีแก้ไข แล้วเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ว่า สิ่งที่ดำเนินการสอนหรือแก้ไขนั้นเป็นอย่างไร จนกระทั่งได้ข้อความรู้ที่ตกผลึกที่สามารถตอบคำถามได้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรต่อเนื่องกันดังนี้ 1) ขั้นวางแผน (plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (act) 3) ขั้นสังเกต (observe) และ 4) ขั้นสะท้อน (reflect) ในงานวิจัยนี้มีคำถามวิจัย 2 ข้อ คือผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน และแนวปฏิบัติที่ดีในการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แต่ในบทความนี้จะรายงานเพียง ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเท่านั้น

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ จำนวน 29 คน เป็นนักเรียนชาย 3 คน นักเรียนหญิง 26 คน ที่เรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่องยีนและโครโมโซม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เน้นความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์แห่งในจังหวัดนนทบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3

วิธีการเก็บข้อมูล

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแผนจัดการเรียนรู้เรื่องยีนและโครโมโซม โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานออกเป็น 7 แผน จำนวน 7 สัปดาห์ (รวม 21 คาบเรียน) โดยในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (MBL) [12] ประกอบด้วย 4 ขั้นได้แก่ 1) ขั้นการสร้างแบบจำลอง (generating model) ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงแบบจำลองความคิดออกมาให้มากที่สุด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต สร้างแบบจำลองขึ้นมาและอธิบายสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ 2) ขั้นการใช้และประเมินแบบจำลอง (evaluating model) นักเรียนประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นกับหลักฐานที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาใช้และประเมินแบบจำลองของนักเรียนในขั้นที่ 1 เพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองของนักเรียนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างไร 3) การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (modifying model) นักเรียนจะต้องดัดแปลงแก้ไขแบบจำลองจากการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 จนกระทั่งแบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วสามารถใช้อธิบายข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และ 4) การขยายแบบจำลอง (elaborating model) นักเรียนจะใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่นๆ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเป็นวงจรโดยแต่ละแผนจักการเรียนรู้คือ 1 วงจรของการวิจัย มีการใช้แบบวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ

รวบรวมข้อมูลมีการตรวจสอบคุณภาพเกี่ยวกับความชัดเจนของข้อคำถาม ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการจัดการเรียนรู้พันธุศาสตร์จำนวน 2 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ในสาขาชีววิทยาศึกษา และครูพี่เลี้ยงที่มีประสบการณ์การสอนในเนื้อหาชีววิทยา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้จะนำเสนอในประเด็นผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการตรวจคำตอบในแต่ละข้อคำถามไว้อย่างชัดเจน จากนั้นจัดกลุ่มคำตอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนใน แต่ละแนวคิด ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Kurnaz และ Emen [13] ได้แก่ 1. กลุ่มไม่มีคำตอบ (no response) 2. กลุ่มแบบจำลองขั้นต้น (initial model) ความเข้าใจหรือแนวความคิดไม่สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3. กลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (synthesis model) ความเข้าใจหรือแนวความคิดสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และ 4. กลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์ (scientific model) ความเข้าใจหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามที่หลักสูตรแกนกลางและสถานศึกษาระบุไว้ในหนังสือคู่มือครูและแบบเรียน หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังตามหลักสูตร (curricular model) หลังจากจัดกลุ่มคำตอบออกเป็น 4 กลุ่ม ผู้วิจัยได้มีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างในข้อคำถามที่แนวคำตอบของนักเรียนบางคนไม่มีความชัดเจนและสามารถตีความได้หลายประเด็น การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างนี้จะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์จัดกลุ่มแนวคำตอบของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้มีผู้ตรวจอิสระ คือครูที่มีความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาชีววิทยา 1 ท่าน มาช่วยในการตีความและลงข้อสรุปผลการวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยและผู้ตรวจอิสระ จะแยกกันอ่านและวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาอภิปรายและหาข้อฉันทามติ ในการรายงานผลผู้วิจัยจะนำเสนอข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้แบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละแนวคิดของนักเรียนแต่ละบุคคล นอกจากนี้ในการวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์ครั้งนี้ได้ทำหนังสือขออนุญาตจากสถานศึกษาในการทำวิจัย ซึ่งไม่มีการเปิดเผยชื่อสถานศึกษา ชื่อนักเรียน และงานวิจัยนี้ไม่มีผลต่อการประเมินนักเรียน

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้เพื่อตอบคำถามวิจัยที่ว่า “นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแบบจำลองทางความคิดเรื่องยีนและโครโมโซมอย่างไร ก่อนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน” โดยผู้วิจัยขอนำเสนอผลวิจัยโดยสรุป ดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบวัดแบบจำลองทางความคิด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแบบจำลองทางความคิด เรื่องยีนและโครโมโซม จำนวน 29 คน

เรื่อง	การทดสอบ	O	I	Sy	Sc
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	ก่อนเรียน	1 (3.45)	3 (10.34)	23 (**79.31**)	2 (6.90)
	หลังเรียน	1 (3.45)	0 (0.00)	6 (20.69)	22 (**75.86**)
รูปร่างของโครโมโซม	ก่อนเรียน	0 (0.00)	1 (3.45)	27 (**93.10**)	1 (3.45)
	หลังเรียน	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (**82.76**)	5 (17.24)
ลักษณะของโครโมโซม	ก่อนเรียน	5 (17.24)	11 (**37.93**)	9 (31.03)	4 (13.79)
	หลังเรียน	0 (0.00)	1 (3.45)	6 (20.69)	22 (**75.86**)
ส่วนประกอบของโครโมโซม	ก่อนเรียน	2 (6.90)	9 (31.03)	18 (**62.07**)	0 (0.00)
	หลังเรียน	0 (0.00)	0 (0.00)	6 (20.69)	23 (**79.31**)
ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม	ก่อนเรียน	2 (6.90)	0 (0.00)	27 (**93.10**)	0 (0.00)
	หลังเรียน	0 (0.00)	1 (3.45)	12 (41.38)	16 (**55.17**)
องค์ประกอบทางเคมีและ โครงสร้างของดีเอ็นเอ	ก่อนเรียน	2 (6.90)	3 (10.34)	24 (**82.76**)	0 (0.00)
	หลังเรียน	0 (0.00)	0 (0.00)	26 (**89.66**)	3 (10.34)
การจำลองดีเอ็นเอ	ก่อนเรียน	18 (**62.07**)	3 (10.34)	8 (27.59)	0 (0.00)
	หลังเรียน	0 (0.00)	1 (3.45)	14 (**48.28**)	14 (**48.28**)
ความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอและ โปรตีน	ก่อนเรียน	19 (**65.52**)	7 (24.14)	3 (10.34)	0 (0.00)
	หลังเรียน	0 (0.00)	2 (6.90)	17 (**58.62**)	10 (34.48)
การสังเคราะห์โปรตีน	ก่อนเรียน	22 (**75.86**)	6 (20.69)	1 (3.45)	0 (0.00)
	หลังเรียน	0 (0.00)	3 (10.34)	21 (**72.41**)	5 (17.24)
มิวเทชัน (การกลาย)	ก่อนเรียน	15 (**51.72**)	2 (6.90)	12 (41.38)	0 (0.00)
	หลังเรียน	0 (0.00)	0 (0.00)	24 (**82.76**)	5 (17.24)

หมายเหตุ: O = no response, I = initial model, Sy = synthesis model, Sc = scientific model

จากตารางพบว่า ภาพรวมก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 60 มีแนวคิดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ แนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส รูปร่างของโครโมโซม ลักษณะของโครโมโซม ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม และองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ ยกเว้นเรื่องส่วนประกอบของโครโมโซมร้อยละ 38 จัดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองขั้นต้น ส่วนแนวคิดเรื่องการจำลองดีเอ็นเอ ความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับโปรตีน การสังเคราะห์โปรตีนและการกลายจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีคำตอบมีค่าประมาณร้อยละ 50

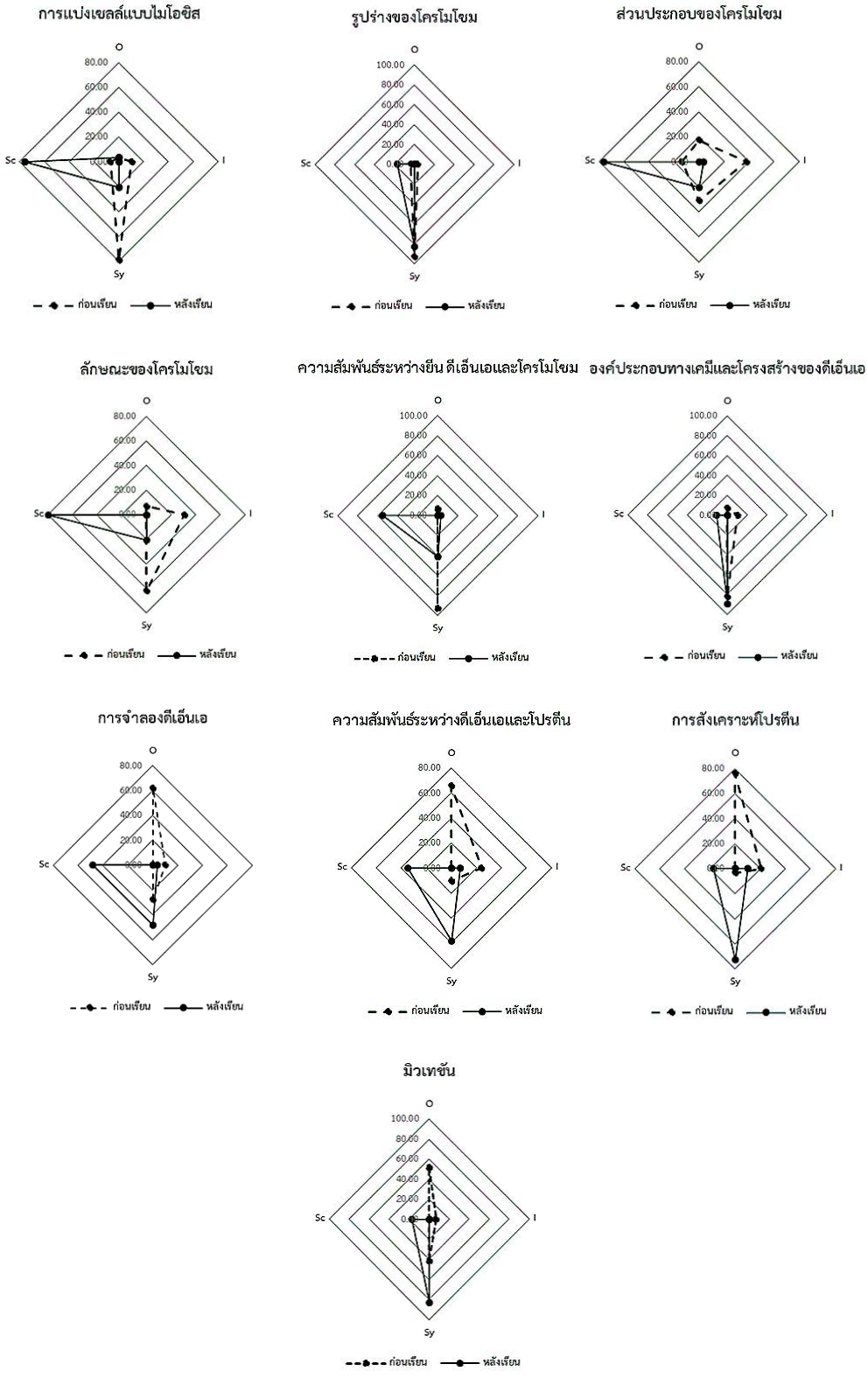
ผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 60 มีแนวคิดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ แนวคิดเรื่องรูปร่างของโครโมโซม องค์ประกอบของดีเอ็นเอ ความสัมพันธ์ระหว่างดี

เอ็นเอกับโปรตีน การสังเคราะห์โปรตีนและการกลาย ยกเว้นแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ ส่วนประกอบของโครโมโซม ลักษณะของโครโมโซม ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซมมากกว่าร้อยละ 55 จัดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์ ส่วนเรื่องการจำลองดีเอ็นเอนั้นหลังเรียนแบบจำลองทางความคิดจัดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์เท่าๆ กันคือประมาณร้อยละ 48

จากข้อมูลในตารางนี้อาจทำให้มองเห็นภาพการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดในแต่ละแนวคิดได้ไม่ชัดเจน จึงนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบของกราฟเรดาห์ เนื่องจากกราฟเรดาห์จะทำให้เห็นการเปรียบเทียบของผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนและแสดงความโน้มเอียงของกลุ่มแนวคำตอบอื่นในแนวคิดนั้นๆ ได้ชัดเจน ดังรูปที่ 1

เมื่อพิจารณาจากกราฟเรดาห์ ที่แสดงผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน โดยแต่ละกราฟแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม [13] ได้แก่ 1) กลุ่มไม่มีคำตอบ (no response) 2) กลุ่มแบบจำลองขั้นต้น (initial model) 3) กลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (synthesis model) และ 4) กลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์ (scientific model) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงความโน้มเอียงของกราฟอย่างชัดเจน สามารถจัดกลุ่มการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กราฟที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง กราฟที่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือเปลี่ยนแปลง 1 ขั้น เช่น ก่อนเรียนนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในขั้น I แต่หลังเรียนนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในขั้น Sy แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดแบบ 1 ขั้น และกราฟที่เปลี่ยนแปลงมากหรือเปลี่ยนแปลงมากกว่า 1 ขั้น เช่น ก่อนเรียนนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในขั้น I แต่หลังเรียนนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในขั้น Sc แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดแบบก้าวกระโดด ในการจำแนกกราฟออกเป็น 3 กลุ่มนั้นแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยหัวข้อในเรื่องยีนและโครโมโซมดังต่อไปนี้ กราฟที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ เรื่องรูปร่างของโครโมโซม กราฟที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบ 1 ขั้น (one-step up) ได้แก่ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ส่วนประกอบของโครโมโซม ลักษณะของโครโมโซม ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม และองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ และกราฟที่เปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด (big jump) ได้แก่ การจำลองดีเอ็นเอ ความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับโปรตีน การสังเคราะห์โปรตีนและการกลาย

จากผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 และกราฟเรดาห์นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดไปในทิศทางที่ใกล้เคียงกับหลักสูตรแกนกลางตามแบบเรียนของสสวท. ซึ่งจากที่กล่าวมาในข้างต้นนี้เป็นการศึกษาในภาพรวม ต่อไปเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดเป็นรายบุคคล และมีการทดสอบทางสถิติ โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นจากการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มของกราฟเรดาห์ ดังตารางที่ 2



หมายเหตุ: O = no response, I = initial model, Sy = synthesis model, Sc = scientific model

รูปที่ 1 กราฟเรดาห์ที่ 1-10 แสดงผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหา

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิด เรื่อง ยีน และโครโมโซม จำนวน 29 คน

เรื่อง	แบบจำลองทางความคิด			
	ไม่เปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลง		ถดถอย
		แบบ 1 ขั้น	แบบก้าวกระโดด	
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	7 (24.14)	18 (**62.07**)	3 (10.35)	1 (3.45)
รูปร่างของโครโมโซม	22 (**75.86**)	6 (20.69)	0 (0.00)	1 (3.45)
ส่วนประกอบของโครโมโซม	5 (17.24)	13 (**44.83**)	11 (37.93)	0 (0.00)
ลักษณะของโครโมโซม	5 (17.24)	14 (**48.28**)	10 (34.49)	0 (0.00)
ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอและโครโมโซม	12 (41.38)	14 (**48.28**)	2 (6.90)	1 (3.45)
องค์ประกอบทางเคมีและ โครงสร้างของดีเอ็นเอ	22 (**75.86**)	4 (13.80)	3 (10.35)	0 (0.00)
การจำลองดีเอ็นเอ	4 (13.79)	6 (20.69)	19 (**65.52**)	0 (0.00)
ความสัมพันธ์ระหว่าง ดีเอ็นเอ และโปรตีน	1 (3.45)	8 (27.59)	20 (**68.96**)	0 (0.00)
การสังเคราะห์โปรตีน	2 (6.90)	7 (24.14)	20 (**68.96**)	0 (0.00)
มิวเทชัน (การกลาย)	11 (37.93)	2 (6.90)	16 (**55.17**)	0 (0.00)
สรุปผลการเปลี่ยนแปลง	31.38	31.73	35.86	1.04

จากตารางที่ 2 พิจารณารายข้อและรายบุคคล ข้อมูลทั้ง 2 นี้มีความสอดคล้องกัน โดยการพิจารณารายข้อนั้น เพื่อสังเกตภาพรวมการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนทั้งหมดว่ามีกี่ระดับได้แก่ระดับอะไรบ้างจากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลเพื่อนำมาพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดอย่างไร ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1) แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่ในระดับเดิม 2) แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลง จำแนกได้ 2 แบบ คือ เปลี่ยนแปลงแบบ 1 ขั้นและเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด 3) แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนถดถอย คือ แบบจำลองของนักเรียนหลังเรียนถดถอยไปจากแบบจำลองก่อนเรียน เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดรวมทุกแนวคิด พบว่าแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 31.38 มีเปลี่ยนแปลงแบบ 1 ขั้นร้อยละ 31.73 เปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดร้อยละ 35.86 และถดถอยร้อยละ 1.04 และเมื่อพิจารณาในแต่ละ

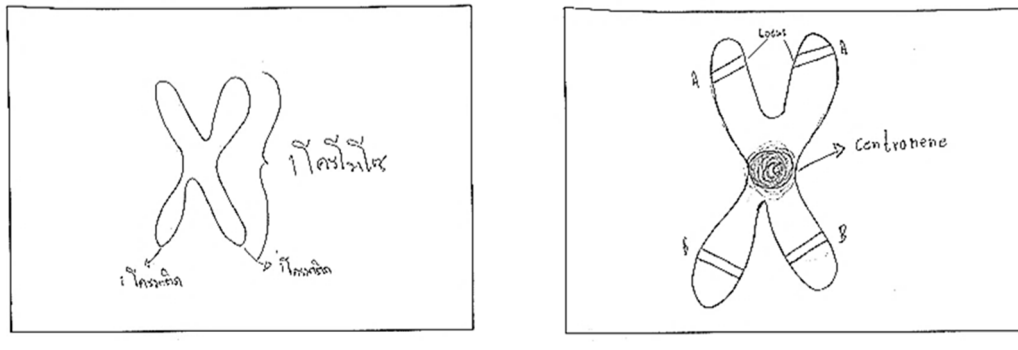
แนวคิดและแต่ละบุคคล พบว่านักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดมากที่สุดในเรื่อง รูปร่างของโครโมโซมและส่วนประกอบของโครโมโซมร้อยละ 75.86 มีการเปลี่ยนแปลงแบบ 1 ขั้นมากที่สุดในเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสร้อยละ 62.07 เปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดมากที่สุดในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอกับโปรตีนและการสังเคราะห์โปรตีนร้อยละ 68.96 และมีแบบจำลองทางความคิดถดถอยมากที่สุดในเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส รูปร่างของโครโมโซม และความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอ ยีนและโครโมโซมร้อยละ 3.45 ซึ่งผลจากตารางที่ 2 นั้นมีความ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนที่นำเสนอในรูปแบบของกราฟเรดาห์

เมื่อนำข้อมูลไปทดสอบค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม spss โดยใช้ Wilcoxon Matched Pairs Signed-Ranks Test ซึ่งเป็นการทดสอบที่เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลก่อนและหลังเรียนมาใช้พิจารณาเพื่อดูความแตกต่างระหว่างผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยข้อมูลสถิติตัวนี้เป็นสถิตินอนพาราเมตริก เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณค่าสถิติจะใช้อันดับของข้อมูล (rank) แทนข้อมูลดิบ ซึ่งแตกต่างจากสถิติพาราเมตริกที่เป็นสถิติทดสอบเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร ที่สุ่มกลุ่มตัวอย่างของประชากรมาเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ จากการทดสอบทางสถิติพบว่าในเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ลักษณะของโครโมโซม ส่วนประกอบของโครโมโซม การจำลองดีเอ็นเอ ความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอและโปรตีน การสังเคราะห์โปรตีนและมิวเทชัน มีค่าสถิติทดสอบน้อยกว่า .01 ($p < .01$) ส่วนในคำถามข้อที่ 6 เรื่ององค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างของดีเอ็นเอ มีค่าสถิติทดสอบที่ .015 ($p < .05$) แต่ในคำถามข้อที่ 2 เรื่องรูปร่างของโครโมโซม พบว่ามีค่าสถิติทดสอบที่ .059 ($p = .059$)

ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
แบบจำลองทางความคิดไม่มีการเปลี่ยนแปลง (no change)

คำถามข้อที่ 2 การแบ่งเซลล์ในข้อที่ 1 นักเรียนคิดว่าโครโมโซมมีรูปร่างอย่างไรให้วาดภาพ พร้อมทั้งเขียนอธิบายและระบุส่วนประกอบที่อยู่ในภาพให้ชัดเจน

ก่อนเรียน หลังเรียน



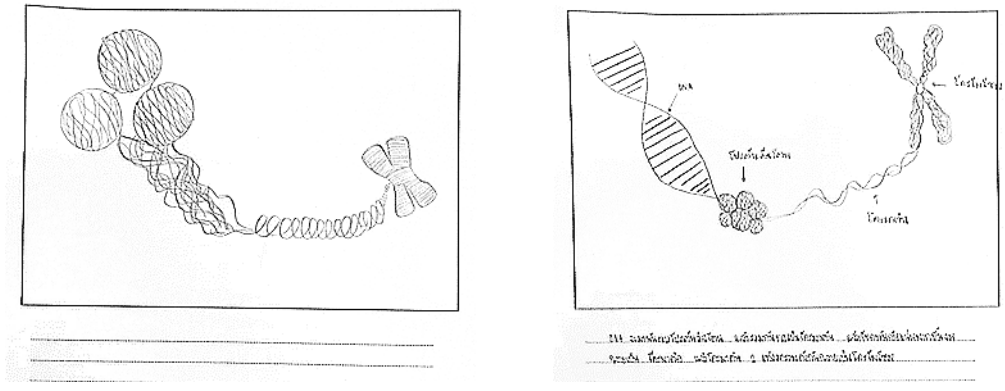
รูปที่ 2 ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหมายเลข 16

จากรูปที่ 2 จะเห็นว่าแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนหมายเลข 16 นั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนอยู่ในกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และหลังเรียนจัดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากแบบจำลองของนักเรียนนั้นได้ระบุตำแหน่งของ centromere และลักษณะของโครมาทิดที่มาเข้าคู่กันว่าเป็น sister chromatid จึงทำให้คำตอบนั้นไม่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์ ดังนั้นแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหมายเลข 16 จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

แบบจำลองทางความคิดเปลี่ยนแปลงแบบ 1 ขั้น (one-step up)

คำถามข้อที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ว่ามีลักษณะอย่างไร

ก่อนเรียน หลังเรียน



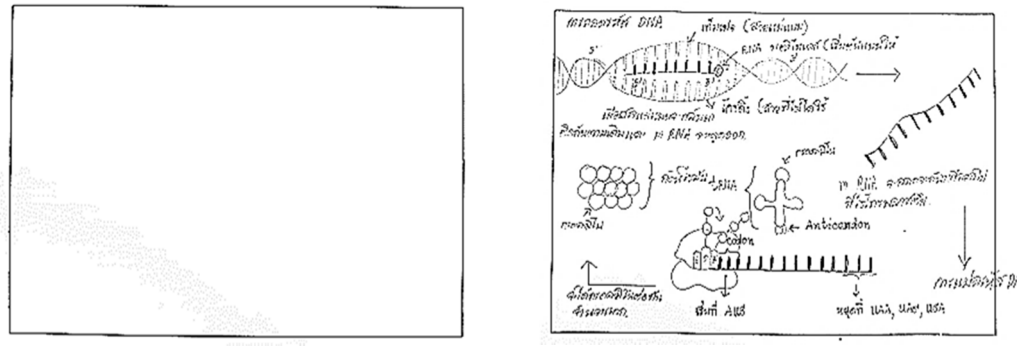
รูปที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหมายเลข 17

จากรูปที่ 3 จะเห็นว่าแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องส่วนประกอบของโครโมโซมของนักเรียนหมายเลข 17 นั้นมีการเปลี่ยนแปลง 1 ขั้น คือแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ส่วนแบบจำลองทางความคิดหลังเรียนนั้นถูกจัดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าก่อนเรียนนักเรียนสามารถวาดภาพโครโมโซมจากระยะเริ่มต้นจนกระทั่งเข้าสู่ระยะแบ่งเซลล์ได้ แต่ไม่สามารถระบุส่วนประกอบในแต่ละขั้นตอนได้ แต่หลังเรียนนักเรียนมีแบบจำลองวิทยาศาสตร์ คือมีการวาดภาพและระบุส่วนประกอบของโครโมโซมจากระยะเริ่มต้นจนกระทั่งเข้าสู่ระยะแบ่งเซลล์ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหมายเลข 17 จึงมีการเปลี่ยนแปลง 1 ขั้น คือ จากกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เป็นกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์

แบบจำลองทางความคิดเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด (big jump)

คำถามข้อที่ 9 ให้นักเรียนวาดภาพขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน พร้อมทั้งระบุส่วนประกอบของเซลล์ที่ เกี่ยวข้องกับกระบวนการนี้ให้ชัดเจน

ก่อนเรียน หลังเรียน



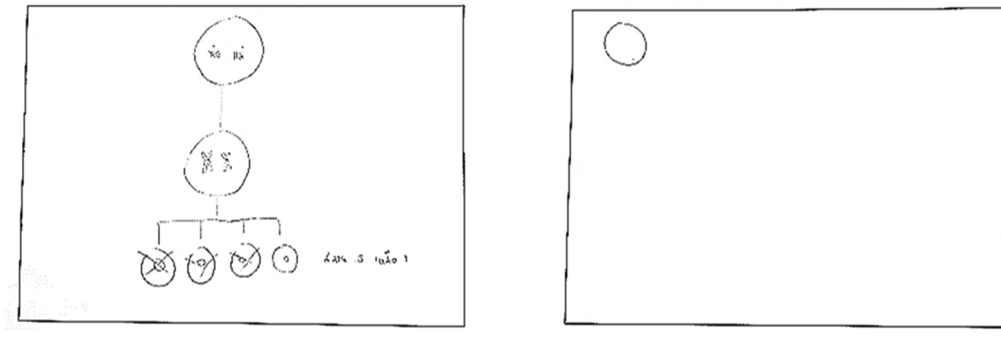
รูปที่ 4 ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหมายเลข 27

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนหมายเลข 27 นั้นมีการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด คือก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนอยู่ในกลุ่มไม่มีคำตอบ นักเรียนไม่ได้ตอบคำถามใดๆ ลงไปในข้อคำถามของแบบวัด แต่หลังเรียนนักเรียนมีแบบจำลองวิทยาศาสตร์ คือมีการวาดภาพขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน โดยมีการระบุส่วนประกอบในการสังเคราะห์โปรตีน ได้แก่ ไรโบโซม tRNA mRNA และ กรดอะมิโน นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีนได้อย่างครบถ้วน ดังนั้นแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหมายเลข 27 จึงมีการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด คือ จากกลุ่มไม่มีคำตอบเป็นกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์

แบบจำลองทางความคิดถดถอย (regression)

คำถามข้อที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ว่ามี ลักษณะอย่างไร

ก่อนเรียน หลังเรียน



รูปที่ 5 ตัวอย่างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหมายเลข 10

จากรูปที่ 5 จะเห็นว่าแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนหมายเลข 10 นั้นมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดแบบถดถอย คือก่อนเรียนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนอยู่ในกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ นักเรียนสามารถวาดภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและอธิบายว่าเมื่อเกิดการแบ่งเซลล์นั้นจาก 4 เซลล์จะสลายไป 3 เซลล์ เหลือเพียง 1 เซลล์ ซึ่งพบในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของผู้หญิงหรือเพศเมีย แต่ไม่สามารถระบุขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสแต่ละขั้นตอนได้ ส่วนแบบจำลองทางความคิดหลังเรียนนั้นถูกจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีคำตอบ มีการวาดวงกลมเพียงหนึ่งวง ซึ่งไม่สามารถสื่อความหมายใด ๆ ได้ ดังนั้นแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนหมายเลข 10 จึงมีการเปลี่ยนแปลงแบบถดถอย คือจากกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์เป็นกลุ่มไม่มีคำตอบ

นอกจากนี้ได้มีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในระหว่างการดำเนินการวิจัย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการถอดบทสนทนาในวีดิทัศน์การสอนออกมาเป็นข้อความ การตอบคำถามในชั้นเรียน บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย ชิ้นงานของนักเรียน และอนุทินของนักเรียน ทำให้ทราบว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนในเรื่องการจำลองดีเอ็นเอ ความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอและโปรตีน การสังเคราะห์โปรตีนและการกลาย แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างมาก

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในการอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการอภิปรายผลจากแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเรื่องยีนและโครโมโซม ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยมีรายระเอียดของผลการวิจัยดังนี้

นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดจัดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนคือเขียนว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในเกือบทุกแนวคิดย่อย ยกเว้นในแนวคิดเรื่องรูปร่างของโครโมโซมที่แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .059$) เนื่องมาจากในเนื้อหาการศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดลที่นักเรียนได้เรียนก่อนเนื้อหาที่ทำการวิจัยนั้นได้มีการกล่าวถึงลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม โครมาติน โครโมโซมและตำแหน่งของยีน ผู้วิจัยได้อธิบายความแตกต่างของรูปร่างโครโมโซมทั้งเน้นย้ำและทบทวนให้กับนักเรียนเป็นอย่างดี นอกจากนี้ในเนื้อหาเรื่องยีนและโครโมโซม นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้ในเรื่องดังกล่าวมาแล้วบางส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนมีความรู้เดิมในเรื่องรูปร่างของโครโมโซมอยู่ในระดับที่สูงคือส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการที่จะพัฒนาแบบจำลองทางความคิดที่อยู่ในระดับสูงให้พัฒนามากกว่านี้ จึงทำได้ยาก แต่อย่างไรก็ตามผลการวิจัยบ่งชี้ว่าในแนวคิดเรื่องรูปร่างของโครโมโซมนักเรียนบางส่วนสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดจากกลุ่มแบบจำลองถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ประมาณร้อยละ 17 มีเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดไปอยู่ในกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์ได้

ผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) โดยเฉพาะเรื่องลักษณะของโครโมโซม การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและส่วนประกอบของโครโมโซม ทั้งนี้ สาเหตุที่นักเรียนมีแบบจำลองวิทยาศาสตร์สูงในเรื่องดังกล่าว เป็นเพราะนักเรียนมีแบบจำลอง

ทางความคิดเดิมในระดับปานกลางจนถึงระดับค่อนข้างดี แต่แบบจำลองนั้นไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือแบบจำลองที่คาดหวังตามหลักสูตร เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดที่ดียิ่งขึ้น มีความใกล้เคียงกับแบบจำลองที่คาดหวังตามหลักสูตร สอดคล้องกับ [14] และ [15] ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลต่อการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้มีโอกาสในการสร้างแบบจำลองทางความคิด ใช้และประเมินแบบจำลอง แก้ไขปรับปรุงแบบจำลองและขยายแบบจำลอง ช่วยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองได้ง่ายขึ้นช่วยสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกสนุกและยังกระตุ้นให้นักเรียนออกแบบจำลองทางความคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การนำแบบจำลองทางความคิดมาใช้จะช่วยให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดของตน แสดงออกในสิ่งที่เป็นรูปธรรม สามารถทำให้มองเห็นความคิดอย่างเป็นระบบ [16]

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนรายบุคคล พบว่านักเรียนมีแบบแผนการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดแบบก้าวกระโดดในแนวคิดเรื่องการจำลองดีเอ็นเอ ความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอและโปรตีน การสังเคราะห์โปรตีนและการกลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) อาจเป็นเพราะในแนวคิดดังกล่าวนักเรียนไม่มีความรู้เดิมหรือแบบจำลองทางความคิดเดิมมาใช้ในการสร้างแบบจำลองขึ้นมาได้ ทำให้เมื่อได้เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีการจัดการแบบจำลองทางความคิดอย่างเป็นระบบและเข้าใจง่าย จึงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดแบบก้าวกระโดด

ในงานวิจัยยังพบว่ามีนักเรียนบางคนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถดถอยในบางแนวคิด ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมทำให้ทราบว่าสาเหตุที่นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิดแบบถดถอย เนื่องจากในวันที่ทำการวัดแบบจำลองทางความคิดหลังเรียนนั้น นักเรียนมีปัญหาสุขภาพ ทำให้ไม่สามารถแสดงศักยภาพออกมาได้อย่างเต็มที่ ทำให้ผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนมีเปลี่ยนแปลงแบบถดถอย แสดงให้เห็นว่าปัจจัยแวดล้อมทั้งภายนอกและภายในล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทางความคิด ไม่ว่าจะเป็นอารมณ์ ความรู้สึก สภาพอากาศ ปัญหาสุขภาพ เป็นต้น สอดคล้องกับการสร้างความรู้เป็นกระบวนการทางสังคม (social constructivism) ที่กล่าวว่าการพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาและถือว่าการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างเด็ก ผู้ใหญ่ และเพื่อนในขณะที่เด็กอยู่ในสภาพสังคม (social context) ซึ่งการเรียนรู้และพัฒนาการเชาว์ปัญญานั้นเกิดจากการที่นักเรียนเปลี่ยนสิ่งเร้าที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมด้วย

นอกจากนี้การที่นักเรียนมีแบบจำลองวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียนอาจเป็นเพราะผู้วิจัยให้นักเรียนใช้การวาดภาพในการสร้างแบบจำลอง เนื่องจากในขั้นการสร้างแบบจำลองนี้ถ้าผู้วิจัยเลือกใช้ให้นักเรียนเลือกตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ จะเป็นการจำกัดกรอบความคิดของนักเรียน การให้นักเรียนวาดภาพแสดงแบบจำลองทางความคิดเดิมออกมา เป็นการให้อิสระทางความคิด และนักเรียนส่วนใหญ่ค่อนข้างชื่นชอบการวาดภาพ เพราะทำให้ได้ใช้จินตนาการ ได้แสดงแบบจำลองทางความคิดของแต่ละคน จากนั้นรวมกลุ่มกันนำเสนอแบบจำลองทางความคิดของตนเองเพื่อสรุปออกมาเป็นแบบจำลองทางความคิดของกลุ่มสอดคล้องกับ [17] ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้ฝึกวาดภาพแบบจำลอง เป็นการแสดงออกของแบบจำลองจากแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น เพิ่มความเข้าใจมากขึ้น และเป็นการใช้จินตนาการจากการรวบรวมความคิดใหม่ เชื่อมโยงความคิด จินตนาการ และสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์บางแนวคิดเป็นเรื่องที่ยากต่อความเข้าใจของนักเรียนในการวิจัยครั้งต่อไป ควรนำเทคนิคการสอนแบบต่างๆ เช่นการใช้เทคนิคอุปมาอุปไมย การใช้ภาพเสมือนจริงและการใช้สื่ออนิเมชั่น เป็นต้น เข้ามามีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จะทำให้ นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้รวดเร็วขึ้น

2. แนวคิดเรื่องพันธุศาสตร์เป็นเรื่องที่ยากต่อความเข้าใจของนักเรียน ดังนั้นในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันทั้งเป็นคู่ เป็นกลุ่มหรือทั้งห้อง เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาในการไต่ตรองและประเมินแบบจำลองทางความคิดของตนเองว่าเป็นอย่างไร และควรปรับเปลี่ยนอย่างไรเพื่อให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนการ ศึกษาภายใต้โครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ปีการศึกษา 2559

เอกสารอ้างอิง

1. Institute for the promotion of teaching science and technology. (2001). Teacher's Guide science. Bangkok. Thailand. (in Thai)
2. Pukpoonthanapat, P., Ketsting, J., & Peyachoknakul, S. (2013). The development of 12th graders' gene and chromosome concept by using constructivist approach in combining with analogy technique. *Kasetsart Educational Review, 28*(1), 57-70. (in Thai)
3. Lewis, J., & Wood-Robinson C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance-do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, *22*(2), 177-195.
4. Kibuka-Sebitosi, E. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, *41*(2), 56-61.
5. Dikmenli, M. (2009). Misconceptions of Cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essays*, *5*(2), 235-247.
6. Gili, M. A., & Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, *34*(4), 200-206.
7. Norman, D. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner and A. Stevens (eds), Mental models. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
8. Gilbert, J. K. (2005). Visualization in science education. Netherlands: Springer.
9. Institute for the promotion of teaching science and technology. (2005). Teacher's guide biology no. 1. Bangkok. Thailand. (in Thai)

10. Supatchaiyaworng, P., & Faikhamta, C. (2014). Model-based learning. *Kasetsart Educational Review, 9*(3), 86-98. (in Thai)
11. Kemmis, S., & McTaggart, R. (1998). The action research planner. 3rd ed. Victoria: Deakin University Press.
12. Clement, J. J., & Rea-Ramirez, M. A. (2008). Model based learning and instruction in science**.** University of Massachusetts, Amherst.
13. Kurnaz, M. A., & Emen, A. Y. (2014). Student mental models related to expansion and contraction. *Acta Didactica Napocensia***,** *7*, 59-67.
14. Kuathan, N., Faikhamta, C., & Sanguanruang, S. (2011). The mental models of chemical bonding of 10th grade students. *Songklanakarin Journal of Social Sciences and Humanities*, *17*(2), 299-314. (in Thai)
15. Supatchaiyawong, P., Faikhamta, C., & Suwanruji, P. (2013). Using model-based learning for enhancing mental model of atomic structure and understandings of the nature of model of 10th grade students. *Journal of Learning Innovations Walailak University*, *1*(1), 97-124. (in Thai)
16. Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: the impact of preservice instruction on teachers' understandings of model- based inquiry. University of Washington, USA.
17. Beveridge, W. I. B. (1979). The art of scientific investigation. London: Great Britain by Cox.