การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Model-based Learning Approaches in Biology to Promote Learning Achievement and Scientific Reasoning of Tenth Grade Students

Corresponding author[1]
j.kantawang@outlook.com

จุฑามาศ กันทะวัง[1], สมศิริ สิงห์ลพ[2]และ ธนาวุฒิ ลาตวงษ์[3]
Jutamas Kantawang[1], Somsiri Singlop[2]
and Thanawuth Latwong[3]

Received: *June 22, 2020*
Revised: *Sep 18, 2020*
Accepted: *Dec 5, 2020*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน (PAOR) จำนวน 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าขนาดของผล (Effect size) เท่ากับ 2.62 และ 1.25 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาของคะแนนที่อยู่ในระดับมาก และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

คำสำคัญ : การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

[1]นักศึกษาระดับมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[2]อาจารย์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[3]อาจารย์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ABSTRACT

The purposes of this research aimed to study learning achievement in topic of DNA Technology, scientific reasoning and satisfaction in learning management of 10th grade students after being treated with Model-based learning. Research information was processed as action research, consists of four procedures (PAOR) in three cycles. The research instruments were provided consist of four lesson plans containing Model-based learning, learning achievement test, scientific reasoning test and learning management satisfied questionnaire. The results show students get higher learning achievement and scientific reasoning score than performing in post-test as effect sizes represent 2.62 and 1.25 respectively, which indicate to high level development. Although, satisfactions are held in high level.

Keywords: Model-based Learning, Learning Achievement, Scientific Reasoning

บทนำ

การให้เหตุผลเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่ทำให้สามารถเผชิญสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาองค์ความรู้และเสริมความสามารถในด้านอื่น ๆ มีส่วนเชื่อมโยงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อีกทั้งการตัดสินใจที่สำคัญในช่วงวัยรุ่น เช่น การค้นหาตัวตน การเลือกอาชีพ เป็นต้น (วิชัย เสวกงาม, 2557, น. 221) การเรียนรู้ด้วยการให้เหตุผลกับประสบการณ์ที่ปรากฏขึ้นรอบตัว สามารถเรียกได้อีกอย่างว่าเป็นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่ทำให้เกิดการคิดและเรียนรู้ ซึ่งหมายรวมถึงการรับรู้ การเข้าใจ การใช้เหตุผล การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การวางแผน การจำ การใช้จินตนาการ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2556) นำไปสู่ความสามารถในการพิจารณาสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม การสร้างองค์ความรู้จากการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตลอดจนสามารถสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยเรียนรู้จากการประเมินหลักฐานและการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่มีอยู่กับสิ่งที่ต้องการทราบ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2542, น. 71) นอกจากจะส่งเสริมการเรียนรู้ใจความสำคัญทางวิทยาศาสตร์ ยังส่งเสริมการพัฒนาความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน ทำให้บุคคลสามารถตีความ พิจารณา รับมือและแก้ปัญหากับสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม (นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2554, น. 34) ซึ่งสอดคล้องกับความมุ่งหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย สามารถ

ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) แสดงให้เห็นว่าการให้เหตุผลไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือในการพัฒนาระดับสติปัญญาและทักษะการคิดขั้นสูง แต่ยังเป็นแนวทางให้ผู้เรียนสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาข้อมูลจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับนักเรียนนานาชาติ (TIMSS : Trends in International Mathematics and Science Study) ซึ่งประเมินครอบคลุมด้านเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมการเรียนรู้ ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาผลการประเมินจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านความรู้ ซึ่งประเมินจากความเข้าใจบนพื้นฐานข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ 2) ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ ประเมินความสามารถในการจัดการข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้หาคำตอบหรือสร้างคำอธิบาย และ 3) ด้านการใช้เหตุผล ประเมินจากการให้เหตุผลหรือวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ในบริบทที่ซับซ้อน โดยต้องใช้เหตุผลหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาคำตอบ จากผลคะแนนนักเรียนมีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 456 คะแนน เมื่อจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถจึงถือว่าอยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำ (มีคะแนนตั้งแต่ 400 - 474 คะแนน) โดยเฉพาะในด้านการประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผลที่ทำคะแนนได้น้อยกว่าด้านความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 8) เช่นเดียวกับผลการศึกษาจากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA : Programme for International Student Assessment) ที่มีเป้าหมายเพื่อเตรียมความพร้อมเยาวชนให้มีศักยภาพสำหรับการแข่งขันในอนาคต โดยประเมินความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตหรือ “ความฉลาดรู้” (Literacy) 3 ด้าน ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ระบุเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการทำให้นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) โดยหมายรวมถึงความรู้ในมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากผลการประเมินประจำปีการศึกษา 2561 ได้เผยแพร่ออกมาพบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ 489 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,2561) นอกจากนี้จากการสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2561 พบว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศของวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 30.51 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดจากทั้งหมด 5 รายวิชา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562, น. 2-3)

จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นข้อมูลภาพรวมในระดับประเทศ และจากประสบการณ์ตรงของผู้วิจัย ซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลหลากหลายด้าน เช่น จากการสัมภาษณ์ครูผู้มีประสบการณ์ในการสอนวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นเวลา 26 ปี กล่าวว่า เมื่อสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในการทำแบบฝึกหัดที่มีการเขียนบรรยายความรู้ เช่น การตอบแบบอัตนัยและการแก้ไขคำผิดจากข้อคำถามแบบเลือกตอบถูกผิด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการกล่าวถึงข้อเท็จจริง หลักการ หรือหลักฐานเพื่อสนับสนุน

คำตอบของตนเอง คำตอบมีลักษณะเป็นประโยคหรือคำที่มีความยาวไม่มากนัก โดยสรุปมาจากความเข้าใจในชั้นเรียน การสื่อสารใจความของคำตอบมักไม่ชัดเจน มีเพียงส่วนน้อยที่สามารถแสดงความเข้าใจของตนเองได้อย่างชัดเจน อีกทั้งความสามารถในการคาดการณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงที่กำลังศึกษา มักพบในนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนโดดเด่น แตกต่างจากนักเรียนทั่วไปที่ต้องผ่านการจัดการเรียนรู้ก่อนจึงจะสามารถคาดเดาสถานการณ์ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนอีกเช่นกัน จึงต้องใช้เวลาในการทบทวนหรืออธิบายซ้ำหลาย ๆ ครั้ง นักเรียนจึงมีความรู้ความเข้าใจ สามารถอธิบายและเชื่อมโยงถึงปรากฏการณ์อื่น ๆ ได้ (สมพิศ เผ่าจินดา, สัมภาษณ์, 10 ตุลาคม 2562) และจากประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของผู้วิจัยพบว่า เมื่อให้นักเรียนตอบคำถามที่ต้องใช้การเขียนบรรยายความคิดหรือความเข้าใจ นักเรียนไม่สามารถเขียนบรรยายคำตอบโดยนำเหตุและผลจากข้อเท็จจริง หลักการ หรือทฤษฎีที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนคำตอบของตนเอง เช่นเดียวกับการตอบคำถามในห้องเรียนเมื่อผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ นักเรียนส่วนใหญ่มักตอบคำถามโดยใช้การคาดเดามากกว่าตอบคำถามจากการพิจารณาข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายที่มาของคำตอบได้

การเรียนรู้เนื้อหาบางหัวข้อในวิชาชีววิทยาต่างมีสาระความรู้ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบขนาดเล็กของสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่นเดียวกับการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีขนาดเล็กอยู่ภายในเซลล์ การทำความเข้าใจกับสาระของเนื้อหาดังกล่าว เช่น การตัดสายดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ การเชื่อมสายดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ไลเกส การหาขนาดดีเอ็นเอ การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ ในกระบวนการดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้จริงในห้องปฏิบัติการ ต้องอาศัยประสบการณ์ในการเรียนรู้เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จึงยากสำหรับการทำความเข้าใจของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่เคยสัมผัสกับเนื้อหาและกระบวนการข้างต้นมาก่อน จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจกระบวนการเหล่านี้ได้อย่างชัดเจน

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการเชื่อมโยงความคิดร่วมกับการใช้เหตุผลจากหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อถ่ายทอดความเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรม โดยเริ่มจากให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียนในขั้นสร้างแบบจำลอง จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นประเมินแบบจำลองด้วยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ครูผู้สอนได้จัดขึ้น แบบจำลองแรกของผู้เรียนจะได้รับการพิจารณาและลงข้อสรุปด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบจำลองที่ไม่สามารถเป็นตัวแทนทางความคิดจะได้รับการแก้ไขเป็นลำดับถัดมาในขั้นปรับปรุงแบบจำลอง จนกว่าจะเกิดแบบจำลองที่ผู้เรียนสามารถนำมาใช้ประกอบการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับหลักการ

ทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญในขั้นการขยายแบบจำลอง ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนออกมาในลักษณะของแบบจำลอง (Model) การเรียนรู้ผ่านการสร้างแบบจำลองมีส่วนสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นนามธรรมให้นำไปสู่รูปธรรม สร้างตัวแทนทางความคิดและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อสื่อความหมายของข้อมูลหรืออธิบายแนวคิดที่ยากต่อการทำความเข้าใจ ไม่สามารถนึกภาพได้อย่างชัดเจน (ซาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557, น. 91-93)

ดังผลการศึกษาของ จงกล บุญรอด (2557, น. 103-104) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากการออกแบบ ดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นการลงมือปฏิบัติและส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งการแก้ไขแบบจำลองยังมีส่วนช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากต้องอาศัยการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขแบบจำลอง และนำไปใช้เป็นตัวแทนทางความคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ในทำนองเดียวกับการศึกษาของ พรรณนภา อนิวรรตนวงศ์ และร่มเกล้า จันทราษี (2562, น. 80) ที่ได้ศึกษาการประเมินผลของการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้การเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลอง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างแบบจำลอง นักเรียนสามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้น และการเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลองส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล จากการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น

จากข้อมูลงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมาจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

2. เพื่อศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่พบว่าสามารถพัฒนาทักษะในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา (เพิ่มเติม) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

ตัวแปรตาม คือ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

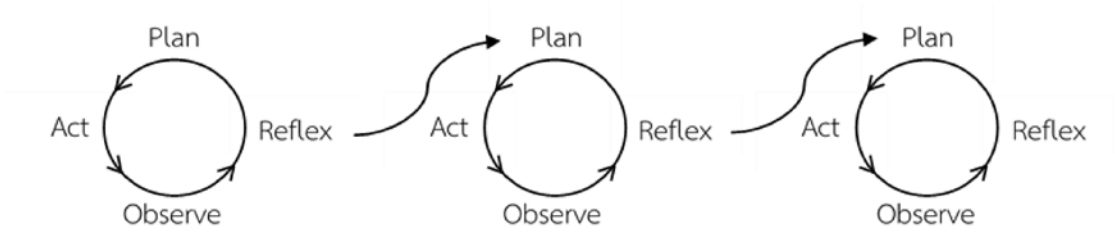
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุง และแก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จำนวน 4 แผน โดยใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง โดยดำเนินการสอนตาม 4 ขั้นตอน (PAOR) ต่อเนื่องเป็น 3 วงจร ดังภาพที่ 1 ดังนี้

วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2

วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4



ภาพที่ 1 แผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน (PAOR)

4. สังเกตและรวบรวมข้อมูลระหว่างการปฏิบัติตามแผนการเรียนรู้จากแบบบันทึกการสอน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ก่อนนำไปใช้วางแผนปฏิบัติการสอนในวงจรถัดไป

5. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

6. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ รวมถึงข้อมูลจากแต่ละวงจรถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่ออธิบายและแก้ปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข

6.1 กำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าขนาดของผล คือ ความแตกต่างน้อย ≥ 0.20 ปานกลาง ≥ 0.50 มาก ≥ 0.80

6.2 กำหนดเกณฑ์การพิจารณาระดับความพึงพอใจ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557, น. 91-92) ได้แก่ 1) ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) 2) ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) 3) ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification)

และ 4) ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) ประเมินค่าความเหมาะสมแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ซึ่งมีค่าอยู่ระดับความเหมาะสมมากถึงระดับความเหมาะสมมากที่สุด และมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนเท่ากับ 4.58 ± 0.19

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.24 - 0.62 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.21 - 0.79 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยทั้งฉบับโดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett method) เท่ากับ 0.78

3. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินครอบคลุมองค์ประกอบด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ 2 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์และสร้างข้อสรุปจากหลักฐาน และการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกสองลำดับชั้น จำนวน 12 ข้อ ภายใน 1 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการเลือกคำตอบจาก 4 ตัวเลือก จากนั้นส่วนที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก โดยเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.23 - 0.84 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.26 - 0.80 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient) เท่ากับ 0.93

4. แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ พิจารณาองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ ผู้สอน กิจกรรมการเรียนรู้ อุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Scale) จำนวน 20 ข้อ มีดัชนีความสอดคคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient) เท่ากับ 0.97

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และค่าขนาดของผล (Effect size: γ)

2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประเมินด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)และค่าขนาดของผล (Effect size: γ)

3. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ประเมินด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและค่าขนาดของผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังเรียน โดยแสดงข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายบุคคลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและค่าขนาดของผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังเรียน

	คะแนนที่ได้รับจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		**ค่าขนาดของผล** (Effect size: γ)	**ระดับ**
	ก่อนเรียน	**หลังเรียน**		
μ	13.60	20.67	2.62	มาก
σ	2.72	2.67		

หมายเหตุ : เกณฑ์การพิจารณาค่าขนาดของผล คือ ความแตกต่างน้อย ≥ 0.20 ปานกลาง ≥ 0.50 มาก ≥ 0.80

จากตารางที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนและหลังเรียนมีค่าขนาดของผลเท่ากับ 2.62 หรือมีความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับมาก โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 13.60 ± 2.72 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.67 ± 2.67 คะแนน

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและค่าขนาดของผล เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแสดงข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าขนาดของผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและค่าขนาดของผลด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

	คะแนนจากการทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์		ค่าขนาดของผล (Effect size: γ)	ระดับ
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
μ	3.80	6.07	1.25	มาก
σ	1.78	1.85		

หมายเหตุ : เกณฑ์การพิจารณาค่าขนาดของผล คือ ความแตกต่างน้อย ≥ 0.20 ปานกลาง ≥ 0.50 มาก ≥ 0.80

จากตารางที่ 2 พบว่าคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเปรียบเทียบหว่างก่อนและหลังเรียนมีค่าขนาดของผลเท่ากับ 1.25 หรือมีความแตกต่างของคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมาก โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 3.80 ± 1.78 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 6.07 ± 1.85 คะแนน

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยภาพรวมและรายด้าน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจโดยภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	μ	σ	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านผู้สอน	4.46	0.18	มาก
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.42	0.10	มาก
3. ด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้	4.57	0.13	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.52	0.08	มาก
รวม	4.49	0.06	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมในด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ± 0.13 ส่วนด้านอื่น ๆ ได้แก่ การวัดและประเมินผล ผู้สอน และกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจรองลงมาตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 4.52 ± 0.08 4.46 ± 0.18 และ 4.42 ± 0.10

อภิปรายผล

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงขึ้นจากค่าขนาดของผล (2.62) ซึ่งอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนในระดับมาก เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการสร้าง ปรับปรุง และใช้งานแบบจำลองของตนเอง ดังที่ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557, น. 88) ได้กล่าวว่า การนำแบบจำลองมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน จะช่วยให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และส่งเสริมให้เกิดการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพเหตุการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและเกิดการเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ในทำนองเดียวกันกับกิลเบิร์ท Gilbert (2004, p. 117) ที่ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการสร้างและใช้แบบจำลองเป็นหนึ่งในวิธีการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) ทำให้นักเรียนได้ดึงความเข้าใจที่มีต่อประเด็นต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่เป็นไปตามข้อเท็จจริงหรืออาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง นักเรียนจึงได้มีโอกาสทำความเข้าใจกับความคิดของตนเองที่มีอยู่ จากแผนจัดการเรียนรู้ทั้งหมดเห็นได้ชัดว่าแบบจำลองแรกของนักเรียนมีลักษณะเป็นข้อความสั้น ๆ ไม่มีการให้คำอธิบายหรือรายละเอียดที่สามารถสื่อให้เห็นว่านักเรียนนำความรู้มาใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ 2) ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลที่เป็นประเด็นสนับสนุนหรือตรงข้ามกับความเข้าใจที่ได้สร้างขึ้นในรูปของแบบจำลองในขั้นตอนก่อนหน้า นักเรียนจึงมีโอกาสได้พิจารณาข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์โดยละเอียด ซึ่งสามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดหรือเกิดการจัดการข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Clement, 2000, p. 1042) อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพบว่า นักเรียนบางกลุ่มเริ่มมีการประเมินแบบจำลองในระหว่างสร้างแบบจำลองเนื่องจากนักเรียนเกิดการตั้งคำถามที่มีความขัดแย้งกับแบบจำลองแรกของตนเองในขณะนั้น 3) ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างความเข้าใจที่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการปรับปรุงแบบจำลองหรือความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ส่งผลให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้หรือประเด็นต่าง ๆ รวมถึงเกิดการสร้างข้อโต้แย้งและประเด็นสนับสนุนแบบจำลองเดิมที่ได้สร้างขึ้น (Johnson-Laird, 1980, p. 81) และ 4) ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำความรู้มาปรับใช้ในกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือสร้างคำอธิบายให้กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นไปตามที่ คอล และลาเจียม (Coll and Lajium, 2011, p. 10) ได้กล่าวว่าความสามารถในการใช้แบบจำลองเป็น

ตัวแทนในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยจากการสังเกตพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามพร้อมกับลงรายละเอียดของคำตอบได้มากยิ่งขึ้น

ดังที่ได้กล่าวข้างต้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจึงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการรวบรวมข้อเท็จจริงและประเด็นสำคัญ เพื่อเชื่อมโยงและเพิ่มรายละเอียด ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์หรือความเข้าใจที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่กำลังเรียนรู้ สอดคล้องกับการศึกษาของรัตนาภรณ์ ศุภพร และคณะ (2562, น. 70) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เช่นเดียวกับการศึกษาของ จงกล บุญรอด (2557, น. 102) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง และพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ด้วยกระบวนการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีการสืบค้น เชื่อมโยง และปรับใช้ข้อมูล จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2. นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงขึ้นจากค่าขนาดของผล (1.25) ซึ่งอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน เนื่องมาจากนักเรียนได้ฝึกพิจารณาความเข้าใจหรือแบบจำลองของตนเองด้วยการหาข้อสนับสนุนหรือข้อโต้แย้งให้กับความคิดของตนเอง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะสำคัญที่นักเรียนได้นำมาใช้ในกระบวนการปรับปรุงแบบจำลองในขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) และขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) สอดคล้องกับคำอธิบายของรีรามิเรซ และคณะ (Rea-Ramirez *et al*., 2008, p. 28-29) ที่ได้กล่าวว่านักเรียนจะสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองขึ้นมาจากการใช้เหตุผลและการสร้างตัวแทนให้กับสิ่งนั้น ๆ เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจกับข้อเท็จจริง ในทำนองเดียวกันกับทฤษฎีการสร้างแบบจำลองทางความคิดของ คอลลิน และเจนท์เนอร์ (Collin and Gentner, 1987 อ้างถึงในชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557, น. 87) ได้กล่าวว่าเมื่อนักเรียนต้องให้เหตุผลกับสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนจะใช้วิธีจัดการด้วยการสร้างแผนผังเชิงอุปมาหรือการเปรียบเทียบ และหากสถานการณ์มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น นักเรียนอาจเปรียบเทียบแบบจำลองจากความคิดหลากหลายกลุ่มร่วมกัน ดังเช่นการอภิปรายและสรุปผลจากกิจกรรม เจลอิเล็กโทรฟอรีซิส (Gel electrophoresis) ที่นอกเหนือจากการใช้ความรู้ทางด้านชีววิทยาแล้ว นักเรียนยังต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสนามไฟฟ้า จึงทำให้เกิดการวาดภาพและอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเทคนิคเจลอิเล็กโทรฟอรีซิสได้อย่างสมบูรณ์ โดยอาศัยการตั้งสมมุติฐานก่อนทำการทดลอง การสังเกตและรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และตีความข้อมูล ซึ่งก่อให้เกิด

การพัฒนาทักษะด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2554, น. 160) ที่ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมากขึ้นไปในทุกด้าน โดยในด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผลมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นด้านผู้สอน และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ตามลำดับ ซึ่ง ในด้านอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในประเด็นการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากกิจกรรมส่วนใหญ่ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่มีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ นักเรียนจึงได้มีส่วนร่วมและมีการลงมือปฏิบัติ ในด้านการวัดและประเมินผล นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในประเด็นความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ประเมินและระดับความยากง่ายที่เหมาะสม ซึ่งมีการประเมินหลากหลายรูปแบบทั้งการทำแบบฝึกหัด รายงานปฏิบัติการ การนำเสนองาน การทำแบบทดสอบ และการวาดแผนภาพ ในด้านผู้สอน นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในประเด็นการจัดเตรียมเนื้อหา สื่อ หรือข้อมูลที่น่าสนใจให้กับผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัย เนื่องจากในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยจะสอดแทรกเนื้อหาโดยใช้กรณีตัวอย่างที่เคยเกิดขึ้นจริง การตั้งคำถาม ภาพที่มีสีสัน ภาพเคลื่อนไหว และในด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในประเด็นการส่งเสริมการใช้เหตุผลของนักเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากการอภิปรายและสรุปสาระสำคัญในแต่ละหัวข้อหลังจากสิ้นสุดแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้การเชื่อมโยงด้วยเหตุผลเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับที่มาของประเด็นต่าง ๆ ได้ง่ายยิ่งขึ้น แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ รัตนาภรณ์ ศุภพร และคณะ (2562, น. 71) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก เนื่องจากมีการใช้แบบจำลองที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระ ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เช่นเดียวกับการศึกษาของ โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2560, น.71) ซึ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมาจากการส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนเมื่อเรียนโดยใช้แบบจำลอง โดยเฉพาะในเนื้อหาส่วนที่เป็น

นามธรรม ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ และกระตุ้นความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองจึงสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองควรให้เวลาที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้คิดพิจารณา และทำความเข้าใจกับความคิดของตนเอง ซึ่งอาจส่งผลดีต่อการปรับปรุงแบบจำลองให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นสำคัญ เพื่อทำให้การจัดกิจกรรมเป็นไปด้วยความราบรื่น และเป็นที่น่าสนใจของนักเรียน

3. ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีการกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนใช้การอุปมาอุปมัยหรือการเปรียบเทียบ รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการสร้างแบบจำลองทางความคิดของบุคคล

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการศึกษาพบว่า ขั้นตอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ยังขาดลักษณะที่ผู้วิจัยเห็นว่ามีความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การสรุปสาระสำคัญ การประเมินความเข้าใจของนักเรียน หากมีการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนชัดเจน เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อาจส่งผลให้การจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินไปได้อย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นคว้าอย่างนักวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน อาจสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อาจมีความเชื่อมโยงเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแบบจำลองทางความคิด เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การอุปมาอุปมัย ความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลอง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาความเชื่อมโยงของปัจจัยข้างต้นอาจส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

จงกล บุญรอด. (2557). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น* (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model-Based Learning. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 29*(3), 86-99.

โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 27, 2563, จาก http://gnru2017.psru.ac.th/proceeding/246-25600830112257.pdf

ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบทอดโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น* (ปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2554). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์: สะพานเชื่อมระหว่างประสาทวิทยาศาสตร์เชิงปัญญาและวิทยาศาสตร์ศึกษา. *วารสารหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 4*(1-2), 30-38.

พรรณนภา อนิวรรตนวงศ์ และร่มเกล้า จันทราษี. (2562). การประเมินผลของการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้การเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลองที่มีต่อการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้, 5*(1), 65-83.

รัตนาภรณ์ ศุภพร, สุรเดช อนันตสวัสดิ์, และ วิทัศน์ ฝักเจริญผล. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์ 3*(2), 62-71.

วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามาถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารครุศาสตร์ 42*(2), 207-223.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561.* สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 4, 2562, จาก http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2561.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. สืบค้นเมื่อ เมษายน 3, 2562, จาก http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/2015

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมินโครงการ PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 4, 2562, จาก https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa 2018-summary-result/

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2556). *การรู้คิด*. สืบค้นเมื่อ เมษายน 2, 2562, จาก http://www.royin.go.th/

Clement, J. (2000). Model Based Learning as a Key Research Area for Science Education. *International Journal of Science Education, 22*(9), 1041-1063.

Coll, R. K., and Lajium, D. (2011). Modeling and the Future of Science Learning. *Models and Modeling*, 6, 3-21.

Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 115-130.

Johnson-Laird, P. N. (1980). Mental Models in Cognitive Science. *Cognitive Science, 4*(1), 71-115.

Rea-Ramirez, M. A., Clement, J., and Núñez-Oviedo, M. C. (2008). An Instructional Model Derived from Model Construction and Criticism Theory. *Model Based Learning and Instruction in Science*, 23-43.