



ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถ
ในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
THE EFFECTS OF USING MODEL-BASED LEARNING MANAGEMENT
ON MODELLING ABILITY AND SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT
IN THE TOPIC OF FLOWERING PLANTS OF 4th GRADE STUDENTS
AT BANTHABTHON SCHOOL IN SURAT THANI PROVINCE

Received: October 15, 2024

Revised: December 21, 2024

Accepted: December 23, 2024

ภัทรสุดา ฤทธิชัย^{1*}, ดวงเดือน สุวรรณจินดา², นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์³

Pattarasuda Rittichai^{1*}, Duongdearn Suwanjinda², Nuanjid Chawakeratipong³

*Corresponding author, Email: pattarasuda.55@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง พืชดอกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง พืชดอกหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 12 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง รูปแบบวิจัยเป็นกึ่งทดลองแบบ One-group pretest- posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบเครื่องหมาย

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง พืชดอกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์, ประถมศึกษา

¹ นิสิตหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

¹ M.A Student, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Sukhothai Thammathirat Open University

^{2,3} รองศาสตราจารย์, ดร., คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

^{2,3} Assoc. Prof., Dr., Faculty of Education, Sukhothai Thammathirat Open University

Abstract

The purposes of this research were to compare the modeling ability and the science learning achievement in the topic of flowering plant of 4th grade students before and after using model-based learning management and to compare the science learning achievement in the topic of flowering plant of 4th grade students after using model-based learning management with the criteria of 70 percent. The research sample consisted of 124th grade students at Banthabthong school in Surat Thani Province, the during first semester of the academic year 2023, obtained by cluster purposive sampling. The research instruments were 1) the lesson plans based on model-based learning instruction, 2) a modeling ability assessment form, and 3) a science learning achievement test. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation and a sign-test.

The research findings showed that the modeling ability and the science learning achievement of the 4th grade students after using model-based learning management were higher than before learning at the .05 level of significance. The science learning achievement of the 4th grade students after using model-based learning management was lower than the criteria of 70 percent at the .05 level of significance.

Keywords: Model-based learning management, Modeling ability,
Science learning achievement, Primary education

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมปัจจุบัน เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเรียน การทำงานและการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดการนำองค์ความรู้นั้นไปพัฒนาเป็นเครื่องมือและเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยและเอื้ออำนวยความสะดวกแก่การดำเนินชีวิตของมนุษย์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; สสวท., 2546) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรมตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการที่เห็นความสำคัญของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาเยาวชนเข้าสู่โลกยุค 4.0 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความรู้ ซึ่งได้กำหนดไว้ในมาตรฐานว่า นอกจากผู้เรียนจะต้องเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังต้องเข้าใจถึงวิธีการสร้างและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการสร้างแบบจำลอง (สสวท., 2546) ดังที่ สสวท. ได้เพิ่มทักษะการสร้างแบบจำลองเป็นทักษะที่ 14 ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ระบุว่าทักษะการสร้างแบบจำลอง คือ การสร้างและใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมา

เพื่อเลียนแบบจำลองสถานการณ์และอธิบายปรากฏการณ์ที่เราศึกษาหรือสนใจ เพื่อนำเสนอและรวบยอดความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย เช่น การสร้างกราฟ แผนภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น (สสวท., 2561) เพราะสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเข้าใจยากจำเป็นต้องใช้แบบจำลองเข้ามาเป็นตัวช่วยในการอธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้น ถึงแม้ว่าแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองจะมีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ปี ค.ศ. 2015 ที่เน้นการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินในปี ค.ศ. 2015 ที่ 421 คะแนน (OECD, 2016) จัดว่าต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานที่ 500 คะแนนและต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานเฉลี่ยของนานาชาติและในปัจจุบันการประเมิน PISA 2022 ก็ยังคงพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน จัดว่าต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานที่ 500 คะแนน และต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานเฉลี่ยของนานาชาติ เช่นเดียวกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนบ้านทับทอน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปีการศึกษา 2561, 2562 และ 2565 ที่ผ่านมามีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศร้อยละ 38.45, 34.90 และ 32.50 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าระดับชาติร้อยละ 50 ในระดับชาติของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่าในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพมีคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 32.96 และจากการติดตามผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องพืชดอกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบไปด้วยหัวข้อความหลากหลายของพืช ส่วนประกอบของพืชดอก ศึกษากลุ่มพืชดอก (พืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว) ศึกษาท่อลำเลียงของพืช การคายน้ำของพืช และการสร้างอาหารของพืช ในแต่ละหัวข้อนักเรียนต้องทำความเข้าใจและศึกษาลักษณะโครงสร้างหน้าที่ กลไกการทำงานต่าง ๆ ของพืช ซึ่งรายละเอียดเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม นักเรียนไม่สามารถจินตนาการภาพได้ ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและไม่อยากเรียนวิทยาศาสตร์ อีกทั้งบริบทพื้นที่การศึกษาของโรงเรียนเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก ขาดแคลนอุปกรณ์และยังมีนักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านเขียนด้อยกว่านักเรียนในระดับเดียวกัน เมื่อมีการสอนแบบบรรยายจึงทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่ำลง จึงจำเป็นต้องหาการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยไม่ต้องอ่านหรือเขียนมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงศึกษารูปแบบวิธีการสอนและแนวคิดต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและอธิบายเนื้อหาเหล่านั้นในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนแสดงศักยภาพของความรู้ที่เป็นนามธรรมออกมาอยู่ในรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ เพื่อเป็นสื่อกลางในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นผ่านแบบจำลองรูปภาพ 2 มิติ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้สร้างและพัฒนาแบบจำลองด้วยตนเอง (Faikhamta & Supatchaiyawong, 2014) สอดคล้องกับ Schwarz et al. (2009) เพราะเมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของตนมากยิ่งขึ้นนักเรียนจะสามารถใช้แบบจำลองนั้นสร้างความเข้าใจ และใช้ในการสื่อสารความรู้ได้ (Harrison & Treagust, 2000; Schwarz et al., 2009; ฤทธิ์พิศสุภัทรชัยวงศ์, 2556) ซึ่งการสร้างแบบจำลองเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์เพราะฝึกฝนให้นักเรียน

ได้สร้างแบบจำลองซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจ เกิดความชำนาญในการสร้างและประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร วิทยาศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น และยังนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกด้วย นอกจากนี้ การสร้างแบบจำลองยังเป็นสื่อกลางที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ตีความสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งนำแง่มุมที่หลากหลาย ของข้อเท็จจริงมาใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ โดยการนำเสนอความเชื่อมโยงของข้อเท็จจริงเหล่านั้นในรูปแบบที่เข้าใจ ได้ง่าย โดยแบ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบ่งออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่ (1) การสร้าง แบบจำลอง (2) การประเมินแบบจำลอง (3) การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง และ (4) การขยายแบบจำลอง (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2563) ซึ่งหากนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ สนใจต่าง ๆ ขึ้นมาและนำไปอธิบายได้แสดงว่านักเรียนจะมีความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ มากขึ้นสอดคล้องกับ งานวิจัยของธัญญลักษณ์ สวัสดิ์ และคณะ (2565) พบว่าหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สมุทรปราการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .05 และมีความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และกานต์ชนก จันทฤทธิ์, และ กันยารัตน์ สอนสุภาพ (2565) ได้ศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารอาหารและสารเคมีในสิ่งมีชีวิต พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้พัฒนาความสามารถในการสร้าง แบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐานซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ (Gobert & Buckley, 2000; นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์, 2565; Buckley et al., 2004; Gilbert, 2004) กล่าวว่าการจัดการ เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการสร้างแบบจำลอง เปิดโอกาส ให้นักเรียนรู้จักเลือกใช้แบบจำลองที่เหมาะสม มีการพัฒนา ทดสอบ แก้ไขหรือสร้างแบบจำลองใหม่ เพื่อให้ เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์และสอดคล้องกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาเอกสารยังพบว่า การเรียนรู้และเข้าใจแบบจำลองเป็นหัวใจสำคัญอีกอย่างหนึ่งของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะเห็นได้จากการนำ แบบจำลองมาใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์แทบทุกสาขาวิชา (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ และคณะ, 2558)

จากที่กล่าวมาข้างต้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ พัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ผู้วิจัย จึงทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อเป็นแนวทางในพัฒนาการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

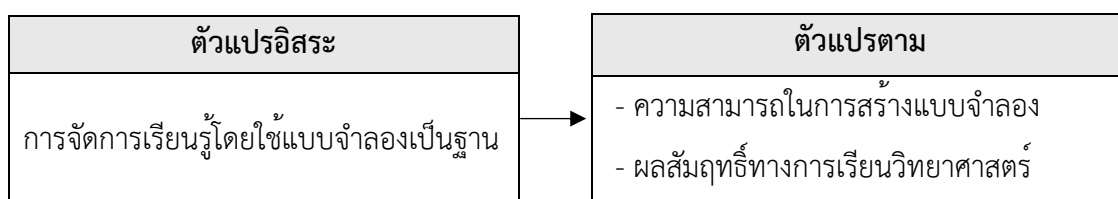
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง พืชดอกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง พืชดอกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 12 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 12 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

2. ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พืชดอก ประกอบด้วย 6 หัวข้อ ดังนี้

- 2.1 ความหลากหลายของพืช
- 2.2 ส่วนประกอบของพืชดอก
- 2.3 ศึกษากลุ่มพืชดอก (พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่)
- 2.4 ศึกษาท่อลำเลียงของพืช
- 2.5 การคายน้ำของพืช
- 2.6 การสร้างอาหารของพืช

3. รูปแบบการวิจัย คือ วิจัยกึ่งทดลอง แบบกลุ่มตัวอย่างเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One-group pretest- posttest design)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม ปีการศึกษา 2566

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและคุณภาพของเครื่องมือ

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

5.1.1 ศึกษาวิเคราะห์ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

5.1.2 วิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนบ้านทับทอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เพื่อออกแบบและวางแผนในการจัดการเรียนรู้ การกำหนด และการประเมินผลการเรียนรู้ให้ตรงตามหลักสูตรกำหนด

5.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ให้สัมพันธ์กับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ ชาตรี ฝ่ายคำตา, และภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิด สำหรับอธิบายแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของตนเองให้ได้มากที่สุด

ขั้นที่ 2 การประเมินแบบจำลอง นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าหรือออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วประเมินแบบจำลองของตนเองว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 3 การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนดัดแปลง แก้ไขแบบจำลองเพิ่มเติมจนได้แบบจำลองที่สามารถอธิบายข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลองนักเรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขแล้วมาอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์อื่น ๆ หรือสถานการณ์อื่น

5.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ เมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน และการสอนระดับประถมศึกษา เพื่อพิจารณาประเมินคุณภาพความตรงกับ ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของLikert โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5.1.5 นำผลการประเมินมาหาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 แผน พบว่า มีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น เท่ากับ 4.56 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด

5.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

5.2.1 ศึกษาวิเคราะห์ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์การสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

5.2.2 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนที่มีลักษณะ เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนวาดภาพและเขียนบรรยายพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบในเรื่อง พืชดอก มีข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ และสร้างเกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองตาม สถานการณ์ทั้ง 4 ข้อและนำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา ความถูกต้องเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินและเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาคัดขี ความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 5.00

5.2.3 นำแบบวัดที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านกงหนิง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 1

ห้องเรียน มีนักเรียน 14 คน เนื่องจากมีสภาพปัญหาและบริบทใกล้เคียงกันซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง พืชดอก เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้วิธีของวิทนี และซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970) และค่าความเชื่อมั่นด้วยโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha coefficient)

5.2.4 นำแบบวัดมาหาคุณภาพข้อสอบ พบว่ามีความยาก (p) ระหว่าง 0.50 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20 - 0.33 และค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.746

5.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืชดอก

5.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิทยาศาสตร์และศึกษาผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้จากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พืชดอก เพื่อวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ และแบ่งการออกข้อสอบตามระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็น 3 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจและวิเคราะห์

5.3.2 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบคู่ขนานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พืชดอก ให้ตรงครอบคลุมสาระการเรียนรู้ โดยแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ชุด แต่ละชุดมีจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

5.3.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำ และให้ข้อเสนอแนะ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านเนื้อหาและการใช้ภาษาโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับพฤติกรรม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนพิจารณา ดังต่อไปนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

5.3.4 คำนวณหาค่าเฉลี่ยจากการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ โดยพบว่าแบบทดสอบชุดที่ 1 มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6-1 โดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อและแบบทดสอบชุดที่ 2 ที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.4 -1 โดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ

5.3.5 นำแบบทดสอบคู่ขนาน ไปทดสอบใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านกงหนิง อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 14 คน เนื่องจากมีสภาพปัญหาและบริบทใกล้เคียงกัน โดยแบบทดสอบชุดที่ 1 สำหรับทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบชุดที่ 2 สำหรับทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาตรวจ

ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อหาคุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson พบว่าแบบทดสอบชุดที่ 1 มีค่าความยากระหว่าง 0.36-0.79 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.14-1.00 โดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.40-0.70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 และมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.81 และพบว่าแบบทดสอบชุดที่ 2 มีค่าความยากระหว่าง 0.43-0.71 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.14-0.86 โดยจะเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.40-0.70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.86 และมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.81

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วนำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่อง พืชดอก ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการสอบมาตรวจและบันทึกคะแนน

6.2 ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พืชดอก จำนวน 6 แผน รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

6.3 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 เรื่อง พืชดอก ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการสอบมาตรวจและบันทึกคะแนนไว้ใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไป

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

7.2 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบเครื่องหมาย (Sign test)

7.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบเครื่องหมาย (Sign test)

7.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบเครื่องหมาย (One sample sign test)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบเครื่องหมาย (Sign test) ผลดังตาราง

ผลคะแนน	n	$\bar{x}$	S.D.	เฉลี่ยร้อยละ	+	-	Ties	p
					differences	differences		
ก่อนเรียน (20 คะแนน)	12	1.50	0.67	7.50	12	0	0	.001*
หลังเรียน (20 คะแนน)	12	10.08	3.03	50.42				

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 1.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.67 เมื่อนำคะแนนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเต็ม พบว่า มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 7.50 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.03 เมื่อนำคะแนนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเต็ม พบว่า มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 50.42 และจากการทดสอบเครื่องหมาย (Sign test) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับท่อน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบเครื่องหมาย (Sign Test) ผลดังตาราง

ผลคะแนน	n	$\bar{x}$	S.D.	เฉลี่ยร้อยละ	+	-	Ties.	p
					differences	differences		
ก่อนเรียน (20 คะแนน)	12	5.50	2.35	27.50	12	0	0	.001*
หลังเรียน (20 คะแนน)	12	12.42	1.73	62.08				

* $p < .05$

จากตาราง 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 5.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.35 เมื่อนำคะแนนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเต็ม พบว่า มีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 27.50 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.73 เมื่อนำคะแนนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนเต็ม พบว่า มีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 62.08 และจากการทดสอบเครื่องหมาย (Sign test) พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบเครื่องหมาย (One sample sign test) ผลดังตาราง

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	$\bar{x}$	SD	ร้อยละ	+	-	Ties	p
วิทยาศาสตร์	12	12.42	1.73	62.08	4	8	0	.08
(หลังเรียน 20 คะแนน)								

จากตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.42 คิดเป็นร้อยละ 62.08 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชดอก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านทับทอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้แยกการอภิปรายผลตามสมมติฐานการวิจัยเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลอง พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเฉลี่ยร้อยละ 7.50 แต่เมื่อพิจารณาคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองเฉลี่ยร้อยละ 50.42 เมื่อวิเคราะห์ผล พบว่า ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน อภิปรายได้ว่าความสามารถในการสร้างแบบจำลองมีความสอดคล้องกับขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลองนักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดเดิมของตนเองที่มีต่อเนื้อหานั้น ๆ ผ่านแบบจำลอง โดยครูเป็นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ แล้วจึงสะท้อนความคิด อธิบายความเข้าใจของตนเองออกมาด้วยการวาดภาพ จากนั้นในขั้นที่ 2 ขั้นการประเมินแบบจำลอง นักเรียนจะทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การสืบค้นหาข้อมูล การสังเกต การทดลอง เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานเชิงประจักษ์ จากนั้นครูให้โอกาสนักเรียนได้สะท้อนความคิดผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้น ว่ามีแบบจำลองกับหลักฐานที่ค้นพบมีความสอดคล้องกันหรือไม่ ก็จะนำไปสู่การวางแผนปรับปรุงเพื่อให้ได้แบบจำลองที่สมบูรณ์เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ในขั้นที่ 3 แล้วให้นักเรียนนำเสนอเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนกลุ่มอื่น ซึ่งนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ นำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น กิจกรรมในขั้นนี้จะช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่กล่าวว่า การสร้างความรู้ต้องอาศัยความรู้เดิมของแต่ละคนเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่ และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญา (Cognitive constructivism) จากนั้นในขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง นักเรียนจะได้นำแบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขให้สมบูรณ์ขึ้นแล้วไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์อื่นที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการขยายความรู้ให้กว้างยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนด้วยเช่นกัน ซึ่งการใช้แบบจำลองเป็นฐานจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ของตนเองและมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้นและช่วยให้นักเรียนเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดไม่ถูกต้องในทุก ๆ ประเด็นที่ศึกษา เพราะนักเรียนไม่รู้เรื่องนี้มาก่อน แต่เมื่อพิจารณาแบบจำลองทางความคิดของแบบจำลองของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้ว พบว่า แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายและเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและแสดงออกแบบจำลองทางความคิดที่ตนเองสร้างขึ้น ไม่ว่าจะเป็นรูปวาด ภาษา สัญลักษณ์ ซึ่งเป็นการแสดงออกที่ช่วยให้

นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับเพื่อน ทำให้นักเรียนเห็นจุดเด่นและจุดด้อยในแบบจำลองของตนเอง นำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ครอบคลุมและสมบูรณ์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของโชติภรณ์ ลิ่วเวียง และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์ (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำ และหลังจากเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนได้เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองในขั้นที่ 1 นักเรียนใช้ความรู้เดิมและหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเขียนแบบจำลอง มีการสร้างแบบจำลอง นำไปใช้และปรับปรุงแบบจำลองในขั้นต่อ ๆ มารวมทั้งขยายผลเป็นการสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ตามขอบเขตเนื้อหาที่เรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น เพราะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งงานที่นักเรียนได้รับในแต่ละคาบเรียนนักเรียนได้ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบไปด้วย การสร้างแบบจำลอง การใช้แบบจำลอง การประเมินแบบจำลอง และการปรับปรุงแบบจำลอง ทำให้นักเรียนมีการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลแล้วนำความรู้นั้นมาใช้ในการปรับปรุงแบบจำลองของตนเองและทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองที่ตัวเองสร้างเพิ่มมากยิ่งขึ้น (Schwarz et al., 2009) เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองของตนเองมากยิ่งขึ้น นักเรียนจะสามารถใช้แบบจำลองนั้นสร้างความเข้าใจ และใช้ในการสื่อสารความรู้ได้ (Harrison & Treagust, 2000) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและช่วยส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาของ รัตนภรณ์ ศุภพร และคณะ (2562) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและงานวิจัยของธัญญลักษณ์ สวัสดิ์ และคณะ (2565) พบว่าหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชประชาสมาสัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สมุทรปราการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ .05 และ

มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ แม้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 62.1 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 อาจเป็นไปได้ว่านักเรียนต้องการเวลาในการเรียนรู้และฝึกฝนเพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานยังเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใหม่สำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่คุ้นชิน ซึ่งแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไปที่นักเรียนมักจะอธิบายโดยใช้วิธีการพูดหรือการเขียนบรรยายเพื่อสื่อสารหรือแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจส่งผลให้นักเรียนบางส่วนที่มีปัญหาทางด้านการอ่าน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่พบในการจัดการเรียนรู้ เพราะเนื้อหาเรื่อง พืชดอก นักเรียนต้องทำความเข้าใจโครงสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชและหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของพืชที่มีรายละเอียดเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อน หากนักเรียนไม่สามารถอ่านและทำความเข้าใจได้ นักเรียนก็ไม่สามารถทำแบบทดสอบได้ถึงแม้ว่านักเรียนจะสามารถสร้างแบบจำลองได้ก็ตาม จากที่กล่าวมาอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่เป็นไปตามสมมติฐาน แต่หากวิเคราะห์จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน ถือว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ยังอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ทั้งนี้ครูผู้สอนอาจต้องปรับวิธีการวัดผลสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางด้านการอ่าน และเน้นเนื้อหาเป็นรูปธรรมให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใหม่สำหรับนักเรียน ครูผู้สอนควรวางแผนการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมในเนื้อหาก่อนหน้านี้ เพื่อให้เวลากับนักเรียนได้ปรับตัวและคุ้นชินกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง ครูต้องอธิบายและยกตัวอย่างให้ชัดเจน

2) ครูผู้สอนควรสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ หาวิธีแก้ไขในระหว่างปฏิบัติการสอนอยู่เสมอ เช่น นักเรียนบางส่วนขาดทักษะในการวาดแผนภาพ แบบจำลองในแต่ละชั้น ครูสามารถช่วยแก้ไขด้วยการให้นักเรียนเขียนเป็นคำสำคัญ แล้วเชื่อมโยงด้วย ลูกศร เพื่อแสดงความสัมพันธ์ในสิ่งที่ต้องการสื่อสารในแผนภาพแบบจำลอง เพื่อมิให้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

3) จากผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเรื่อง พืชดอก ได้แต่เนื่องจากมีนักเรียนที่มีปัญหาทางด้านการอ่าน ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในเชิงลึก เช่น การสัมภาษณ์

นักเรียนเป็นรายบุคคลซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้นว่านักเรียนมีความเข้าใจแบบจำลองทางความคิดเรื่อง พืชดอกอย่างไร

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าจากเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังนั้นจึงควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนและหาการจัดการเรียนรู้แบบอื่นๆที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ที่ส่งเสริมการใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สทศกรมการเกษตรแห่งประเทศไทย.

กานต์ชนก จันทฤทธิ์, และ กันยารัตน์ สอนสุภาพ. (2565). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารอาหารและสารเคมีในสิ่งมีชีวิต. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*, 5(16), 171-183.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2563). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี: Strategies for Teaching Chemistry*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

โชติภรณ์ ลิ่วเวียง, และ ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน *สารสร้อยสังวาล, บุรณการงานวิจัยสู่การพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืน. การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17, พิษณุโลก:มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*.

ธัญญลักษณ์ สวัสดิ์, ชุตินา วัฒนศิริ และ สุพจน์ เกิดสุวรรณ. (2566). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารการวัดผลการศึกษา สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา*, 40(108), 98-111.

- นวลจิตต์ เขาวงกตพิงศ์. (2565). หน่วยที่ 7 ทฤษฎีการเรียนรู้และศาสตร์การสอนกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสัมมนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 6-10 (น.1 -39). สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556) *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องโครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ขาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจี. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 1(1), 97–124.
- รัตนภรณ์ ศุภพร, สุรเดช อนันตสวัสดิ์, และ วิทัศน์ ผักเจริญผล. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 3(2), 62-71.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A. C., Horwiz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., Wilensky, U., Dede, C., & Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with BioLogica™: What do they learn? How do they learn? How do we know?. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23-41.
- Faikhamta, C., & Supatchaiyawong, P. (2014). Model-Based Learning. *Kasetsart Educational Review*, 29(3), 86-99.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gobert, J., Buckley C. B. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *SCI. EDUC*, 22(9), 891-894.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- OECD. (2016). *Poland - Economic forecast summary* (June 2016). (online). <http://www.oecd.org/economy/poland-economic-forecast-summary.htm>

- 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. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Whitney, D. R., & Sabers, D. L. (1970). *Improving essay examinations III, use of item analysis, technical bulletin II, (mimeographed)*. Iowa City: University evaluation and examination service.