

การส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทางการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน
FOSTERING STUDENTS' CRITICAL THINKING AND MODELING SKILLS IN GRADE 6
BASED ON INQUIRY-BASED LEARNING AND MODEL-BASED LEARNING

พิเชษฐ โพธิ์สะ¹ วิษณุ สุทธิวรรณ²

Pichet Posa¹ Witsanu Suttiwan²

^{1,2}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย

^{1,2}Faculty of Education, Walaya Alongkorn Rajabhat University, Pathum Thani Province, Thailand

e-mail: witsanu@vru.ac.th

Received: November 28, 2023 Reviewed: January 10, 2024 Revised: January 31, 2024 Accepted: March 8, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนจารุศรบำรุง จังหวัดปทุมธานี เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ชากดักดำบรรพ์ จำนวน 2 แผน (3 ชั่วโมง) 2) แบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ และ 3) แบบทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลอง สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยสถิติ T-test for dependent samples

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสร้างแบบจำลอง การสืบเสาะ แบบจำลองเป็นฐาน

¹ นักศึกษาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย

Abstract

The objective of the research was to compare the effects of pre-class and post-class fostering of critical thinking and modeling skills on Grade 6 students who managed to learn based on inquiry-based learning and model-based learning. The study included 14 sixth-grade students from the researcher's classroom at Charusornbumrung School in Pathum Thani Province, selected by cluster random sampling during the second semester of the academic year 2021. The instruments used to collect data include: 1) lesson plans based on inquiry-based learning and model-based learning about the fossil story (3 hrs.); 2) critical thinking skills tests; and 3) modeling skills tests. The statistics used to analyze the data include percentage, mean, standard deviation, and test the hypothesis by a statistical T-test for dependent samples.

After organizing learning around inquiry-based learning and model-based learning, the test results indicated the following: 1) post-class, students exhibited significantly higher mean scores in critical thinking skills compared to pre-class, with a statistical significance level of 0.01, and 2) post-class, students displayed significantly higher mean scores in modeling skills compared to pre-class, with statistical significance at the 0.01 level, aligning with the hypothesis.

Keywords: Critical Thinking Skills, Modeling Skills, Inquiry-Based Learning, Model-Based Learning

บทนำ

ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน มนุษย์ใช้วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นความรู้ในการดำรงชีวิต และยังใช้เทคโนโลยีเพื่อความสะดวกในชีวิต การทำงาน การศึกษา ล้วนเป็นผลของการนำความรู้มาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความคิดเป็นเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ และการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและหลักฐานประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์และมีคุณธรรม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจของประเทศเห็นได้ว่าประเทศที่เจริญแล้วมีการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องโดยมีบทเริ่มต้นมาจากการศึกษา (Phettaweepondech et al., 2015) ดังนั้นแนวทางการศึกษาในปัจจุบันมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดได้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นเข้ากับความรู้ที่มีอยู่เดิมตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, 2544) ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructionism) คือ การให้นักเรียนลงมือสร้างสิ่งของหรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

(Bhattacharjee, 2015; Taylor et al., 1997; Tobin & Tippins, 1993) ซึ่งแนวคิดเหล่านี้ได้ถูกนำมาประกอบการพิจารณาในการพัฒนาหลักสูตรของประเทศต่าง ๆ รวมถึงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของนักเรียน 5 ประการ คือ ความสามารถในการคิดของนักเรียนโดยเฉพาะทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะต้องพัฒนาสมรรถนะสำคัญของนักเรียน 5 ประการ แล้วเรายังต้องพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 8 ทักษะหลัก คือ การสังเกต การวัดการจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปซ การใช้จำนวน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ และทักษะขั้นสูงอีก 6 ทักษะ คือ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป และการสร้างแบบจำลอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, 2564) ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นนักวิชาการได้ให้ข้อเสนอแนะไว้หลายแนวทาง เช่น การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning) การเรียนรู้ตามแนวคิดสืบเสาะ (inquiry-based learning) ซึ่งจะสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การสร้างแบบจำลองเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงที่เพิ่มเข้ามาใหม่เมื่อไม่นานมานี้ (Maison et al., 2019) ทักษะการสร้างแบบจำลองนั้นเป็นทักษะที่เน้นให้ให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองซึ่งเป็นตัวแทนในการอธิบายปรากฏการณ์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Thanjai et al., 2021) ที่มีแนวทางเดียวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสอนตามแนวคิดสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แนวคิดการสืบเสาะนี้จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างเป็นระบบ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดอย่างอิสระให้กับนักเรียน (Richardson, 2000) แนวคิดการสืบเสาะนี้มีขั้นตอนและวิธีการแตกต่างกันออกไปตามมุมมองของนักวิชาการแต่ที่นิยมใช้กันมากคือวัฏจักรการสืบเสาะแบบ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมินผล ซึ่งรูปแบบการสืบเสาะนี้มีความสอดคล้องกับวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Akinyemi Omotayo & Oluwatoyin Adeleke, 2017; Duran & Duran, 2004; Rodriguez et al., 2019; Tupsai et al., 2015) ดังนั้นการพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองนอกจากจะใช้ร่วมกับกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ได้แล้ว จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องยังพบว่าที่เป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและการพัฒนาความคิด และยังสามารถส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ (critical thinking skills) และทักษะการสร้างแบบจำลอง (Modeling skills) ได้ด้วย (Jadeerat et al., 2021; Krause et al., 2003; Kuatthai & Chookhampaeng, 2020; Phettaweepondech et al., 2015; Phueaksakun, 2018; Schwarz et al., 2009; Thanjai et al., 2021) ทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการสร้างแบบจำลองล้วนแล้วแต่เป็นทักษะการคิดขั้นสูงทั้งสิ้น แต่การที่จะพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองได้นั้น นักเรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะความคิดวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ ก่อน เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากการสร้าง

แบบจำลองนั้นเป็นการนำเสนอข้อมูล แนวคิด และความคิดรวบยอด ของผู้สร้างแบบจำลองเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ความหมายที่จะสื่อสาร

จากการสังเกตพฤติกรรมและผลการเรียนรู้ด้านทักษะการคิดและการสร้างแบบจำลองตลอดระยะเวลา ที่สอน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนยังไม่สามารถคิดวิเคราะห์ในเนื้อหาต่าง ๆ ได้เท่าที่ควรตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และจากการออกแบบการเรียนรู้ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองของนักเรียนในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ นั้นพบว่าแบบจำลองที่ นักเรียนสร้างนั้นไม่มีความหลากหลายและยังไม่สามารถใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ชาคติคำบรรพ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน

สมมุติฐานการวิจัย

1. ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการ สืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดย การสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีการวิจัย

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1.1 ประชากรในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนจารุศรบำรุง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 32 คน จาก 2 ห้องเรียน จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยสอนและพบ ประเด็นที่จำเป็นต้องพัฒนาและส่งเสริมเกี่ยวกับทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการสร้างแบบจำลองเนื่องจาก เนื้อหาเกี่ยวกับชาคติคำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นเรื่องราวที่ใกล้ตัวของนักเรียนและนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จาก การสร้างแบบจำลองทางความคิด

1.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ จำนวน 14 คน 1 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนจารุศรบำรุง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบ กลุ่ม (Cluster Sampling) โดยการจับสลากอย่างง่าย

1.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ชากดักดำบรรพ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และตัวแปรตาม คือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสร้างแบบจำลอง

1.3 เนื้อหาที่ใช้สำหรับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน ได้แก่ เรื่อง ชากดักดำบรรพ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ว 3.2 ป. 6/3) อ้างอิงจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

1.4 งานวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาในการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้ระยะเวลาในการทดสอบทั้งสิ้น จำนวน 2 แผนจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 3 ชั่วโมง โดยแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 ประเภทของชากดักดำบรรพ์ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง และแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 กระบวนการเกิดชากดักดำบรรพ์ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

2. เครื่องมือ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ชากดักดำบรรพ์ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษารายละเอียดของเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ชากดักดำบรรพ์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อนำไปกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และเกณฑ์การวัดและประเมินผลผ่านแผนการจัดการเรียนรู้หน่วยย่อย จำนวน 2 แผน โดยทำการสอน 3 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง ภายหลังสร้างแผนเสร็จแล้วผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอผู้ทรงคุณวุฒิตรวจพิจารณา 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เพิ่มเรื่องราวในชีวิตประจำวันให้นักเรียนได้วิเคราะห์ และนำมาสู่การสร้างแบบจำลอง หลังจากนั้นผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ตัวชี้วัด	กิจกรรม	วัตถุประสงค์	ชั่วโมง
ว 3.2 ป.6/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดชากดักดำบรรพ์และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของชากดักดำบรรพ์	1. ประเภทของชากดักดำบรรพ์	1. อธิบายประเภทของชากดักดำบรรพ์ได้ (K) 2. วิเคราะห์และจัดประเภทของชากดักดำบรรพ์ได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)	1

ตัวชี้วัด	กิจกรรม	วัตถุประสงค์	ชั่วโมง
	2. กระบวนการเกิด ซากดึกดำบรรพ์	1. อธิบายกระบวนการเกิด ซากดึกดำบรรพ์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ (K) 2. จัดประเภทซากดึกดำบรรพ์ตาม กระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์ ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ (P) 3. ออกแบบและสร้างแบบจำลอง กระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์ ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ รับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)	2
รวม			3

2.2 แบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเอกสารหลักสูตร และการสร้างแบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ และดำเนินการสร้างแบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์แบบ 4 ตัวเลือกจำนวน 5 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (ข้อ 1, 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (ข้อ 3, 4) และการวิเคราะห์หลักการ (ข้อ 5) แบบทดสอบใช้สถานการณ์หรือเรื่องราวในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบเจอมาให้นักเรียนศึกษาก่อน และให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ หลังจากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) ผลจากการพิจารณาพบว่า แบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน 5 ข้อ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อไม่ต่ำกว่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, 2551) จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.50-0.85 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 -0.43 จากนั้นได้นำไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 ในส่วนข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายไม่เหมาะสมผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้จริง

2.3 แบบทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเอกสารหลักสูตร และการสร้างแบบทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลอง และดำเนินการสร้างแบบทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลอง จำนวน 10 ข้อ และนำแบบทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) ผลจากการพิจารณาพบว่าแบบทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน

10 ข้อ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อไม่ต่ำกว่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, 2551) จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แบบทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลองมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.43-0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29-0.71 จากนั้นได้นำไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 ในส่วนข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายไม่เหมาะสมผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้จริง

3. รูปแบบและวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง Quasi experimental Design) โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการศึกษาแบบหนึ่งกลุ่มมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test Post-test Design)

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และ KR-20 ของ Kuder-Richardson

4.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และตรวจสอบสมมติฐานโดย T-test for Dependent Samples

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสรุปผลการวิจัยและนำเสนอตามลำดับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลการส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน และทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ชากดักดำบรรพ์ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดแสดงในตาราง 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน

ทักษะการคิดวิเคราะห์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	($\bar{x}$)	S.D.	t	P
ก่อนจัดการเรียนรู้	14	5	2.36	1.28	5.67**	0.00
หลังจัดการเรียนรู้	14	5	3.57	1.15		

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน

มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังจัดการเรียนรู้เท่ากับ 3.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.15 มีค่าสูงกว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนจัดการเรียนรู้เท่ากับ 2.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.28 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลการส่งเสริมทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 14 คน ซึ่งเป็นนักเรียนเป้าหมาย โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน และทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลองก่อนเรียนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลอง เรื่อง ชาคติกด้าบรรพ์ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดแสดงในตาราง 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะและแบบจำลองเป็นฐาน

ทักษะการสร้างแบบจำลอง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	($\bar{x}$)	S.D.	t	P
ก่อนจัดการเรียนรู้	14	10	3.93	2.13	3.94**	0.00
หลังจัดการเรียนรู้	14	10	6.07	2.30		

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังจัดการเรียนรู้เท่ากับ 6.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.30 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนจัดการเรียนรู้เท่ากับ 3.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.13 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการอภิปรายผลการวิจัยและนำเสนอตามลำดับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ ผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการการใช้คำถาม และการตอบคำถามต่าง ๆ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์มากที่สุดในระดับที่ 1 ถึงขั้นที่ 4 คือ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ครูผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิด สร้างความอยากรู้อยากเห็นให้แก่ นักเรียน ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ครูใช้คำถามเพื่อให้ได้ออกแบบและนำเสนอแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเกิดการสังเกตและศึกษาหาข้อมูล เพื่อให้เกิดการค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลจาก

การศึกษาค้นคว้าในขั้นที่ 2 มาวิเคราะห์และแปลผลสรุปผล นำเสนอผลที่ได้ศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ เกิดการซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ และขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการเรียนนั้นมาขยายขอบเขตไปสู่ชีวิตประจำวัน (Duran & Duran, 2004; Richardson, 2000) ครูผู้สอนใช้การตั้งคำถามเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาและการสื่อความหมายของแบบจำลองที่นักเรียนได้ทำการออกแบบเพื่อให้นักเรียนได้คำตอบของคำถามที่นำไปสู่การเรียนรู้ การใช้คำถามนั้นเพื่อให้นักเรียนได้หาคำตอบจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความอยากรู้และลงมือสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง และการใช้ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Rosenblueth & Wiener, 1945; Treagust & Chittleborough, 2009) นักเรียนได้เรียนโดยผ่านกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองในขั้นที่ 1 ขั้นตอนรองต่องานที่ได้รับ นักเรียนใช้ความรู้เดิมและหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเขียนแผนผังแบบจำลอง มีการสร้างแบบจำลอง นำไปใช้และปรับปรุงแบบจำลองในขั้นต่อ ๆ มา รวมทั้งขยายผลเป็นการสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตามขอบเขตเนื้อหาที่เรียน ซึ่งน่าจะส่งผลต่อทักษะในการคิดวิเคราะห์ตลอดจนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบจำลองเป็นฐาน ถือว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่ช่วยเตรียมนักเรียน ให้มีทักษะที่จำเป็น และมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแนวทางการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ (Clement, 2007) นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชญ์สินี เจตียรัตน์ และคณะ ได้ศึกษากระบวนการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของ เคมมิสและแมกแทกการ์ด และเพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 37 คน จากนักเรียนทั้งหมด (คิดเป็นร้อยละ 82) และเมื่อพิจารณาทักษะการคิดวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสูงกว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Jadeerat et al., 2021) และ พงศกร เผือกสกุล (2562) ศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับภาพยนตร์ ในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับภาพยนตร์ในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนพบว่าลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับภาพยนตร์ จะต้องอธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ก่อนปฏิบัติการสอน ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม ครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นนักเรียนตลอดขณะนักเรียนลงมือสร้างแบบจำลอง ซึ่งจะต้องควบคุมการใช้เครื่องมือสืบค้นของนักเรียนให้เหมาะสม ข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลองจะต้องจดบันทึกไว้ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เมื่อสร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้วตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนนำเสนอ ครูจะต้องกำหนดประเด็นนำเสนอและให้นักเรียนสลับกันนำเสนอแบบจำลอง เมื่อพบความบกพร่องของแบบจำลองจากการวิพากษ์ของเพื่อนให้จดบันทึกและแก้ไขแบบจำลองตามที่เพื่อนำได้ให้ข้อเสนอแนะปรับปรุง หลังจากนั้นให้สืบค้นข้อมูลในการขยายแบบจำลองให้เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและชีวิตประจำวันของนักเรียน นอกจากนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับภาพยนตร์ ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

ของนักเรียนทั้ง 3 ลักษณะ ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์หลักการ และการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จากการประเมินการนำเสนอการคิดวิเคราะห์ ซึ่งพบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี จากการประเมินใบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน พบว่า การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนทั้ง 3 ลักษณะ ได้แก่การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์หลักการ และการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี (Phueaksakun, 2018)

ผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) เพื่อหาคำตอบการเรียนรู้ของนักเรียน (Akinyemi Omotayo & Oluwatoyin Adeleke, 2017; Duran & Duran, 2004) ดังนั้นในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนได้มีการสอดแทรกทักษะการสร้างแบบจำลองเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Taylor, 2014; Tobin & Tippins, 1993) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ หรือการที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือในการปฏิบัติ (Krause et al., 2003) โดยมีกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลอง ที่เน้นให้นักเรียนอธิบายเนื้อหาด้วยการใช้แบบจำลองที่มีความสอดคล้องกับทฤษฎีหรือปรากฏการณ์ที่ต้องการอธิบาย ความถูกต้องในการใช้แบบจำลอง และสามารถระบุองค์ประกอบของแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นมาได้ (Rosenbluth & Wiener, 1945; Treagust & Chittleborough, 2009) รวมไปถึงคำอธิบายต่าง ๆ ที่ใช้ในการอธิบายแบบจำลอง ซึ่งทำให้นักเรียนมีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองที่ตัวเองสร้างเพิ่มมากยิ่งขึ้น (Schwarz et al., 2009) นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพล กวดไทย และสุมาลี ชุกำแพง ที่ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการสร้างแบบจำลองที่เพิ่มขึ้นโดย ในวงรอบที่ 1 นักเรียนมีคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองเท่ากับ 12.17 คิดเป็นร้อยละ 75.38 โดยมีคะแนนการสร้างแบบจำลองมากที่สุด คือ 3.71 วงรอบที่ 2 มีคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองเท่ากับ 13.14 คิดเป็นร้อยละ 82.12 โดยมีคะแนนการใช้แบบจำลองมากที่สุดเท่ากับ 3.57 คะแนน และวงรอบที่ 3 มีคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองเท่ากับ 13.86 คิดเป็นร้อยละ 87.50 โดยมีคะแนนการสร้างแบบจำลองมากที่สุดเท่ากับ 3.86 คะแนน การจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองของนักเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ (Kuatthai & Chookhampaeng, 2020)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำไปใช้

การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ควรคำนึงถึงความแตกต่างของระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนแต่ละคนในระดับชั้นด้วยเพื่อสามารถสร้างแบบทดสอบการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งการสร้าง

แบบจำลองนักเรียนใช้เวลามากหรือน้อยแตกต่างกันตามความรู้และประสบการณ์เดิม ดังนั้นควรวางแผนเรื่องเวลาในการจัดการเรียนรู้รอบคอบ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งต่อไปของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการใช้แบบจำลองเป็นฐาน ควรมีการพัฒนาการสร้างเครื่องมือหรือนวัตกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เช่น ชุดกิจกรรม ชุดการสอน ใบงาน ใบความรู้ แบบสะสมศึกษา หรืออื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)**.

กระทรวงศึกษาธิการ. https://academic.obec.go.th/images/document/1559878925_d_1.pdf

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). **การพัฒนาการสอน** (พิมพ์ครั้งที่ 2). สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2551). **การวิจัยเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 7). สุวีริยาสาส์น.

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2544). **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน**.

เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์**.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). **ผลการประเมินการอ่าน คณิตศาสตร์ และ**

วิทยาศาสตร์ PISA 2018. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).

Akinyemi Omotayo, S., & Oluwatoyin Adeleke, J. (2017). The 5e instructional model: a

constructivist approach for enhancing students' learning outcomes in mathematics.

JISTE, 21(2). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1176946.pdf>

Bhattacharjee, J. (2015). Constructivist Approach to Learning– An Effective Approach of

Teaching Learning. **International Research Journal of Interdisciplinary &**

Multidisciplinary Studies (IRJIMS), 1(6), 65–74.

Clement, P. (2007). Introducing the Cell Concept with both Animal and Plant Cells: A

Historical and Didactic Approach. **Science and Education**, 16, 423–440.

Duran, L. B., & Duran, E. (2004). The 5E Instructional Model: A Learning Cycle Approach for

Inquiry-Based Science Teaching. **The Science Education Review**, 3(2).

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1058007.pdf>

Jadeerat, P., Prasitpong, S., & Vanichanon, A. (2021). The Development of Analytical Thinking

Skill of 10th Grade Students by Using Inquiry Approach with Questioning Techniques.

Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus, 32(1), 61–75.

<https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edupsu/article/view/234266>

- Krause, R., von Mering, C., & Bork, P. (2003). A comprehensive set of protein complexes in yeast: Mining large scale protein-protein interaction screens. **Bioinformatics**, **19**(15), 1901–1908. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg344>
- Kuatthai, N., & Chookhampaeng, S. (2020). Development Modelling Ability of Grade 10 Students in Biology Using Model-based Learning. **Sisaket Rajabhat University Journal**, **12**(2), 63–71. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sskrujournal/article/view/246510>
- Maison, M., Darmaji, D., & Kurniawan, D. A. (2019). Science process skills and motivation. **Humanities and Social Sciences Reviews**, **7**(5), 48–56. <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.756>
- Phettaweeporndech, K., Kerdtham, C., Sriharun, B., & Kongthong, U. (2015). Science Instruction Model Critical Thinking Upper Secondary School Students. **NakhonPhanomUniversityJournal**, **5**(2), 24–32. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/npuj/article/view/43885>
- Phueaksakun, P. (2018). **Using model-based learning and film to Support Grade 8 Syudents' Analytical Thinking in Global Change**. Naresuan University.
- Richardson, L. (2000). Writing: A method of inquiry. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), **Handbook of qualitative research** (2nd ed., pp. 923–947). Sage Publications.
- Rodriguez, S., Allen, K., Harron, J., & Qadri, S. A. (2019). Making and the 5E Learning Cycle. **The Science Teacher**, **086**(05). https://doi.org/10.2505/4/tst18_086_05_48
- Rosenblueth, A., & Wiener, N. (1945). The Role of Models in Science. **Philosophy of Science**, **12**(4), 316–321. <http://www.jstor.org/stable/184253>
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Taylor, P. C. (2014). Constructivism. In **Encyclopedia of Science Education**. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0_102-2
- Taylor, P. C., Fraser, B. J., & Fisher, D. L. (1997). Monitoring constructivist classroom learning environments. **International Journal of Educational Research**, **27**(4), 293–302. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(97\)90011-2](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(97)90011-2)

- Thanjai, T., Suttiwan, W., & Pinthong, T. (2021). Using the scientific models to promote analytical thinking ability and learning achievement of the solar system of grade 9th students. **Journal of Humanities and Social Science Valaya Alongkorn**, 16(1), 31–47. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdihsjournal/article/view/246869>
- Tobin, K., & Tippins, D. (1993). Constructivism as a referent for teaching and learning. In K. Tobin (Ed.), **The practice of constructivism in science education** (pp. 3–21). AAAS Press.
- Treagust, D., & Chittleborough, G. D. (2009). Why Models are Advantageous to Learning Science. **Educación Química**, 20(1). [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30003-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30003-X)
- Tupsai, J., Yuenyong, C., & Taylor, P. C. (2015). Initial implementation of constructivist physics teaching in Thailand: A case of bass pre-service teacher. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, 6(2), 506–513. <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n2p506>

