

การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของนิสิตครูระดับปริญญาตรี
The Development of a Science Instructional Innovation to Promote Science
Process Skills of Undergraduate Pre-service Teachers

สุวิชา วันสุตล*

Suwicha Wansudon*

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เลขที่ 114 ซอยสุขุมวิท 23 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ

เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110 ประเทศไทย

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,

Srinakharinwirot University

114 Sukhumvit Soi 23, Khlong Toei Nuea Subdistrict

Watthana District, Bangkok 10110, Thailand

รับบทความ: 26 สิงหาคม 2568

ปรับปรุงบทความ: 27 ธันวาคม 2568

ตอบรับตีพิมพ์บทความ: 22 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาบัณฑิตที่มีประสิทธิภาพ 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาบัณฑิตระดับชั้นปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และ 3) ศึกษาระดับความพึงพอใจของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาบัณฑิตระดับชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2) คู่มือครูผู้สอนชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ และ 4) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

อีเมล: suwichaw@g.swu.ac.th

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตครูชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 1 กลุ่มเรียน จำนวน 30 คน ของคณะศึกษาศาสตร์ ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แบบแผนการวิจัยใช้การทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ฯ ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 พบว่า ชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.25/81.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 24.46, S.D. = 2.71) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 19.67, S.D. = 2.59) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ฯ พบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.55, S.D. = 0.45)

คำสำคัญ

นวัตกรรมการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นิสิตครู

Received: August 26, 2025

Revised: December 27, 2025

Accepted: April 22, 2026

Abstract

The objectives of this research were: 1) to develop an effective scientific learning package on the 8 basic scientific process skills to promote these skills among pre-service teachers; 2) to compare the 8 basic scientific process skills of second-year pre-service education students before and after the instruction; and 3) to study the satisfaction level of the students towards the learning activities. The research instruments consisted of: 1) the scientific learning package, 2) a teacher's manual, 3) a pre-test and post-test on scientific process skills, and 4) a satisfaction questionnaire. The sample was a group of 30 second-year students majoring in Elementary Education at the Faculty of Education, selected via Purposive Sampling. A one-group pretest-posttest design was employed. The research findings indicated that the efficiency of the developed learning package was 81.25/81.53, which was higher than the set 80/80 criterion. The post-instruction mean score for scientific process skills ($\bar{X}$ = 24.46, SD = 2.71) was significantly higher than the pre-instruction mean score ($\bar{X}$ = 19.67, SD = 2.59) at the .05 level of statistical significance. Furthermore, the students' overall satisfaction with the learning package was at the highest level ($\bar{X}$ = 4.55, SD = 0.45).

Keywords

Learning innovation, Scientific learning package, Scientific process skills, Pre-service Teacher

บทนำ (Introduction)

การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในยุคศตวรรษที่ 21 ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยี ซึ่งทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะที่เกี่ยวข้องเป็นรากฐานที่สำคัญของพลเมืองโลก องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ผ่านโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นความสามารถในการจดจำข้อเท็จจริง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการระบุปัญหา การหาข้อสรุปจากหลักฐาน และการทำความเข้าใจลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ในฐานะรูปแบบหนึ่งของการแสวงหาความรู้ (OECD, 2023, 15) และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสังคมโลก ความสามารถพื้นฐานนี้คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นชุดทักษะการคิดและการปฏิบัติที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การสังเกต การกำหนดสมมติฐาน และการทดลอง (Zeidan & Jayosi, 2015, 1-24) ดังนั้น การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายหลักของการศึกษาวิทยาศาสตร์ การปฏิรูปหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจึงมุ่งเน้นจากการถ่ายทอดเนื้อหาไปสู่การเสริมสร้างทักษะการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาเป็นหลัก

ในยุคปัจจุบันที่เผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและซับซ้อน (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity: VUCA) การศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์จากการเป็นเพียงผู้ถ่ายทอดความรู้ ไปสู่การสร้างพลเมืองโลกที่มีสมรรถนะในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แนวคิดการจัดการศึกษาที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติอย่างสะเต็มศึกษา (STEM Education) และสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ล้วนมีเป้าหมายเพื่อสร้างผู้เรียนที่มีคุณลักษณะดังกล่าว (Margot & Kettler, 2019, 384) ซึ่งหัวใจสำคัญของการบรรลุเป้าหมายคือการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เนื่องจากเป็นความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ และเป็นรากฐานสำคัญของทักษะการคิดเชิงวิพากษ์

อย่างไรก็ตาม รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน โดยเฉพาะในสาขาวิทยาศาสตร์ ยังคงอาศัยการถ่ายทอดความรู้ผ่านการบรรยายเป็นหลัก ซึ่งไม่เอื้อต่อการลงมือปฏิบัติจริงและไม่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Freeman et al., 2020, 1) ปัญหาดังกล่าวจึงมีความสำคัญสำหรับนิสิตครู (Pre-service Teachers) ซึ่งเป็นบุคลากรสำคัญที่จะทำหน้าที่ถ่ายทอดองค์ความรู้และกระบวนการเรียนรู้ไปสู่ผู้เรียนในอนาคต คุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งประเทศขึ้นอยู่กับคุณภาพของครูโดยตรง แต่ผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศกลับชี้ให้เห็นว่า นิสิตครูจำนวนมากยังมีระดับความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมก่อนออกไปปฏิบัติการสอนจริง (Wola, B. R., Rungkat, J. A., & Harindah, G. M. D. (2023, 65) การที่ครูในอนาคตขาดความเชี่ยวชาญในทักษะนี้

ย่อมส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อคุณภาพการจัดการเรียนรู้ของประเทศ ทำให้การปฏิรูปการผลิตและพัฒนาครู กลายเป็นวาระสำคัญที่มุ่งเน้นการสร้างครูที่สามารถจัดการเรียนรู้เชิงสืบเสาะ (Inquiry-based Learning) และการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ได้อย่างแท้จริง (Darling-Hammond & Oakes, 2019, 182-184)

การจัดการเรียนรู้สำหรับนิสิตครูจึงต้องมีความแตกต่างจากการเรียนรู้ในระดับอื่น ควรเน้นการบูรณาการระหว่างความรู้ในเนื้อหาเข้ากับวิธีการจัดการเรียนรู้ (Pedagogical Content Knowledge: PCK) และการส่งเสริมการสะท้อนผลการปฏิบัติงาน เพื่อให้นิสิตครูสามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kind, 2020, 7) ด้วยเหตุนี้ การวิจัยทางการศึกษาจึงมุ่งไปที่การพัฒนา นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและกระบวนการคิดขั้นสูง เช่น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) หรือการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะกระบวนการและการคิดวิเคราะห์ (Ulger, 2018, 151-152) นอกจากนี้ การผสมรวมเทคโนโลยีและเครื่องมือดิจิทัลเข้ากับกิจกรรมช่วยเสริมสร้างทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่สำคัญในยุคใหม่ (Gómez-Pablos et al., 2022, 3)

การปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์การเรียนรู้จึงเป็นสิ่งจำเป็นนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง บูรณาการเทคนิคการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น การจำลองสถานการณ์เสมือนจริงหรือ การเรียนรู้แบบผสมผสานจึงถูกนำมาใช้เป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับคุณภาพการศึกษา (Chang, et al., 2020, 915) นวัตกรรมเหล่านี้มีศักยภาพในการสร้างสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงได้ฝึก การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยตรง งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนารูปแบบหรือชุดนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เหมาะสม เพื่อ ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนิสิตครูและทำการศึกษาผลของการใช้ นวัตกรรมดังกล่าวต่อการส่งเสริมและยกระดับความสามารถใน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต ครู ซึ่งจะเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับครูในอนาคตให้มีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เชิง สืบเสาะตามมาตรฐานสากล

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนาการเรียนรู้ที่ก้าวข้าม ข้อจำกัดของหลักสูตรแบบเดิม การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อนำมาใช้เสริมสร้างและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้กับ นิสิตครูหลักสูตรการศึกษาบัณฑิตโดยเฉพาะ เพื่อให้มั่นใจว่าบัณฑิตเหล่านี้จะมีความพร้อมอย่างแท้จริงในการ เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในอนาคต ผู้วิจัยจึงมีความตั้งใจในการดำเนินการศึกษาผล การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูระดับ ปริญญาตรี ซึ่งสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนิสิตครูการศึกษาบัณฑิต เพื่อ ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้ง 8 ด้าน ดังนี้ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา 5) ทักษะการ

จำนวน 6) ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์ เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู นิสิตครูสามารถนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาบัณฑิตที่มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาบัณฑิตระดับชั้นปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาบัณฑิตระดับชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

ทบทวนวรรณกรรม (Literature Reviews)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กลุ่มของทักษะการคิดและการปฏิบัติที่จำเป็นสำหรับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2552) ทักษะเหล่านี้ไม่เพียงสำคัญต่อกับวิทยาศาสตร์ แต่ยังเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2567) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 14 ทักษะ โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดังนี้ 1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ เป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การสังเกต 2) การวัด 3) การจำแนกประเภท 4) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา 5) การคำนวณ 6) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) การลงความเห็นจากข้อมูล และ 8) การพยากรณ์ และ 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 6 ทักษะ เป็นทักษะขั้นสูงที่ต้องใช้ทักษะพื้นฐานหลายทักษะมาประกอบกันเพื่อใช้ในการออกแบบและทำการทดลอง ดังนี้ 1) การตั้งสมมติฐาน 2) การกำหนดและควบคุมตัวแปร 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4) การทดลอง 5) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และ 6) การสร้างแบบจำลอง

ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การบูรณาการ กระบวนการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ สื่อ นวัตกรรม กับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตามความต้องการและสนใจ ผู้สอนมีหน้าที่คอยให้คำแนะนำ สร้างแรงจูงใจ เสริมแรง และใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายให้เหมาะสมกับวัยและพัฒนาการของผู้เรียน โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ 1) คู่มือการใช้ สำหรับผู้เรียนและผู้สอน ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ วิธีการใช้ชุดการเรียนรู้ และขั้นตอน

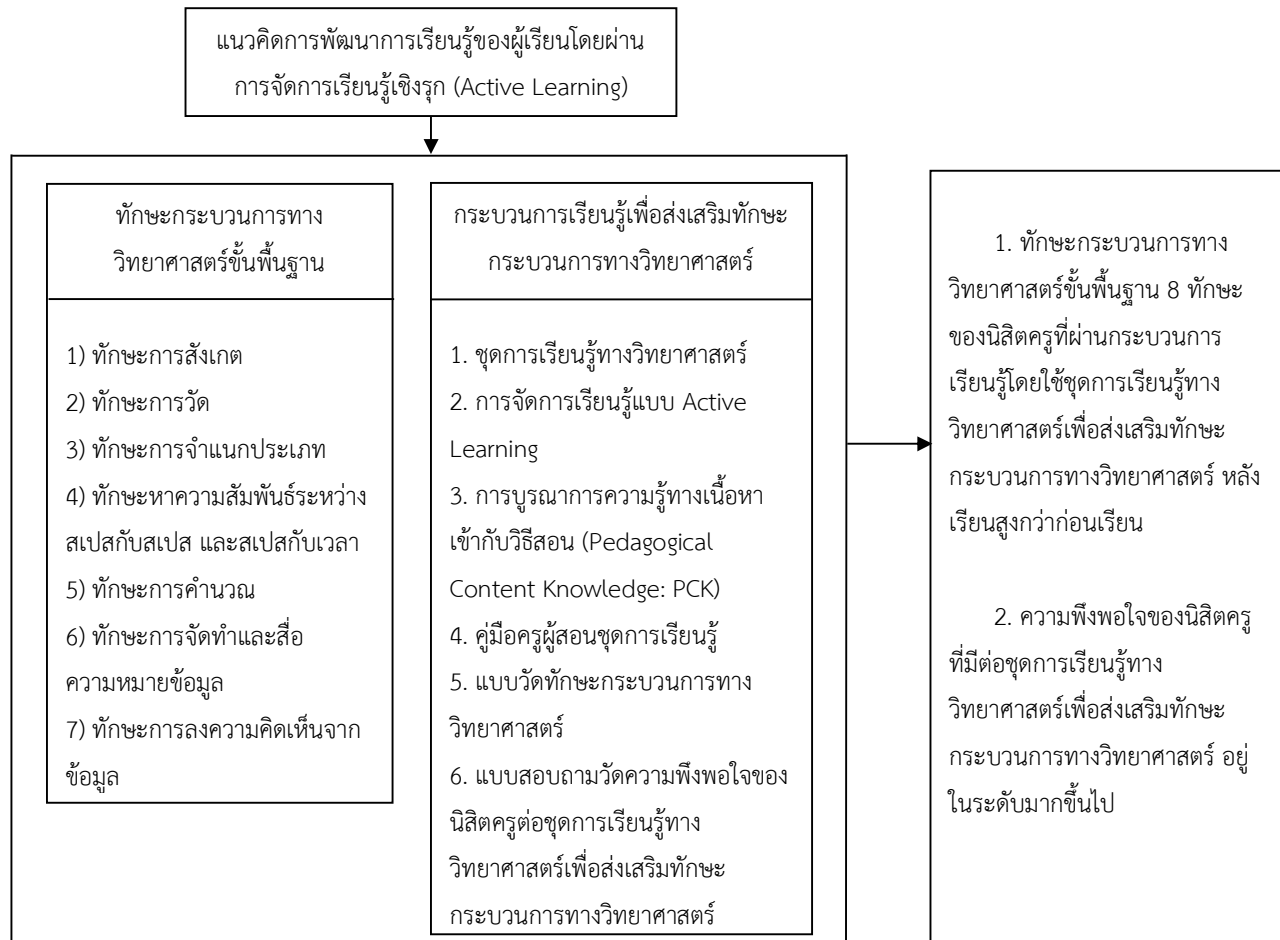
การทำกิจกรรม 2) แบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน 3) เนื้อหา บัตรเนื้อหา นำเสนอเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อาจอยู่ในรูปของเอกสารประกอบการเรียน ใบความรู้ หรือบทเรียนย่อย 4) กิจกรรม บัตรกิจกรรม เป็นส่วนสำคัญที่เน้นการลงมือปฏิบัติและการคิด เช่น ใบงานการทดลอง แบบฝึกหัด สถานการณ์ปัญหา หรือการสำรวจ 5) สื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์การทดลอง วัสดุ อุปกรณ์ หรือชุดการทดลองที่ใช้ในการทำกิจกรรม 6) แบบฝึกหัด คำถามท้ายกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจระหว่างเรียน และ 7) แบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังจากใช้ชุดการเรียนรู้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, 34-36; ทิศนา ขัมมณี, 2567, 112-115)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ ปรัชญาและแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ที่เปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนจากการเป็นผู้รับสารไปสู่การเป็นผู้มีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในการสร้างองค์ความรู้ (Bonwell & Eison, 1991, 57-59) หลักการสำคัญคือให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและใช้กระบวนการคิดขั้นสูงเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการอภิปรายกลุ่มย่อย การแก้ปัญหา การทำโครงการ หรือการนำเสนอ (Freeman et al., 2014) และในบริบทของการศึกษาวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกปรากฏในรูปแบบของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน และการเรียนรู้ผ่านการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งรูปแบบเหล่านี้มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่บังคับให้ต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ในการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง (Fitriani et al., 2021; Supriyanto et al., 2019)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู งานวิจัยยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและนวัตกรรมมีประสิทธิผลสูงในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู โดยเฉพาะการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ (Feyzioğlu, 2018; Fitriani et al., 2021; Suhendi & Mulhayatia, 2020) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาหรือโครงงานเป็นฐานที่บูรณาการกับแนวคิดสะเต็ม (Firman & Bailullah, 2020; Supriyanto et al., 2019) และการเรียนรู้เชิงโต้แย้งที่เน้นการใช้หลักฐาน (Sönmez & Gök, 2022) ซึ่งทั้งหมดเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ได้เข้ามาเป็นเครื่องมือสำคัญในการลดข้อจำกัดและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Darmanto et al., 2021; Kurniawati et al., 2019) ทั้งยังส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียน (Dewi et al., 2021) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยยังคงชี้ให้เห็นว่านิสิตครูมีจุดอ่อนในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Irwan et al., 2019) ซึ่งมีความจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะสำหรับนิสิตครูประถมศึกษาที่ยังมีงานวิจัยรองรับไม่มากนัก (Rahmawati & Kurniadi, 2019) ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนานวัตกรรมชุดการเรียนรู้ที่ประยุกต์ใช้หลักการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ตรงและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น อันเป็นรากฐานสำคัญในการประกอบวิชาชีพครูในอนาคต

กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework)

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายผ่านการลงมือปฏิบัติ คือ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) มาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีการวิจัย (Research Methodology)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัยนี้ ได้แก่ นิสิตครูชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 77 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในการวิจัยนี้ ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ นิสิตครูชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 30 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นิสิตครูหลักสูตรการศึกษาบัณฑิต
2. ตัวแปรตาม คือ 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ของนิสิตครูที่ผ่าน กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 2) ความพึงพอใจของนิสิตครูที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนในการดำเนินการ คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทฤษฎีและ หลักการพื้นฐานของชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ความพึงพอใจ ศึกษาเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ แกนกลางในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 เพื่อให้มีความสอดคล้องกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาเป็นแนวทางในการจัด กิจกรรมในชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย ชุด การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คู่มือครูผู้สอนชุดการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์

3. ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการทดลอง ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนิสิตครูชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาการประถมศึกษาจำนวน 30 คน จากนั้นบันทึกผลคะแนน ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกสุ่มอย่างง่าย ซึ่งนิสิตครูได้ทำกิจกรรมในชั่วโมงการเรียนรู้เพิ่มเติม เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปดำเนินการทดสอบหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้และบันทึกผลคะแนนไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4. ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล หาสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติพื้นฐาน ใช้สำหรับแปลความหมายแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าร้อยละ (Percentage) หาค่าดัชนีความเที่ยงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ และดำเนินการหาสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติ t-test for dependent samples เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และใช้สถิติ t-test for one samples ศึกษาคะแนนความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 3.50

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นชุดการทดลอง อุปกรณ์ การจำลองสถานการณ์ และเกมการศึกษาที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์และส่งเสริมการลงมือปฏิบัติจริง

2. คู่มือผู้สอนชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้สอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ ประกอบด้วยแนวทางการจัดกิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการดำเนินงาน ข้อเสนอแนะในการอธิบาย และวิธีการประเมินผล

3. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบ แบบประเมินการปฏิบัติงาน และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

4. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นและความรู้สึกของนิสิตครูที่มีต่อชุดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ใช้สำหรับแปลความหมายแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) 2) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ 3) ค่าร้อยละ (Percentage)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ 1) ค่าดัชนีความเที่ยงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 2) ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนิสิตครูต่อชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน ได้แก่ 1) สถิติ t-test for dependent samples เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 2) สถิติ t-test for one samples ศึกษาคะแนนความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 3.50

ผลการวิจัย (Results)

ผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู ดังนี้ 1) ผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย และ 3) ผลการประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้

1) ผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้ โดยออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเตรียมความพร้อมเพื่อนำทักษะไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในอนาคต นอกจากนี้เมื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่ามีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.25/81.53 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2) ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) ค่าดัชนีความเที่ยงเชิงเนื้อหา (IOC) และ 2) ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในระเบียบวิธีวิจัย ตามตาราง 1

ตารางที่ 1

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย 1) ค่าดัชนีความเที่ยงเชิงเนื้อหา (IOC) และ 2) ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ

เครื่องมือวิจัย	IOC	ค่าความเชื่อมั่น (KR-20)
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	0.88	0.82
แบบสอบถามความพึงพอใจ		

จากตาราง 1 พบว่า ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย 1) ค่าดัชนีความเที่ยงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ รายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 แสดงว่าแบบวัดทักษะมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในระดับเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ และแบบสอบถามความพึงพอใจ คือ รายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 แสดงว่าแบบสอบถามความพึงพอใจมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และองค์ประกอบที่ต้องการวัดได้ และ 2) ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.82 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดี เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลจริง และแบบสอบถามความพึงพอใจ คือ ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.95 แสดงว่าแบบสอบถามความพึงพอใจมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดีมาก เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลจริง

3) ผลการประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

ตารางที่ 2

ผลการประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู

ด้านที่ประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้	($\bar{x}$)	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหา	4.60	0.32	มากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.72	0.25	มากที่สุด
ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้	4.48	0.41	มาก
ด้านความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.80	0.20	มากที่สุด
ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง	4.64	0.29	มากที่สุด
รวม	4.65	0.29	มากที่สุด

จากตาราง 2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูโดยภาพรวมคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.29 ($\bar{x}$ = 4.65, S.D. = 0.29) โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, S.D. = 0.32) 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.72, S.D. = 0.25) 3) ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.48, S.D. = 0.41) 4) ด้านความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.80, S.D. = 0.2) และ 5) ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.64, S.D. = 0.29)

ตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ของนิสิตครูก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูดังตาราง 3

ตารางที่ 3

ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ของนิสิตครูก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	คะแนนเต็ม	n	($\bar{X}$)	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	30	19.67	2.59	5.21	<.05
หลังเรียน	30	30	24.46	2.71		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ของนิสิตครูก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์ด้วย t-test for dependent samples พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 5.21$, $p < .05$) โดยก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 19.67 (S.D. = 2.59) และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 24.46 (S.D. = 2.71)

ตอนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนิสิตครูที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครู และผลการทดสอบสมมติฐานความพึงพอใจเทียบเกณฑ์ 3.50 ดังตาราง 4 และตาราง 5

ตารางที่ 4

ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนิสิตครูที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต

รายการประเมิน	($\bar{X}$)	S.D.	แปลผล
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			
1. ชุดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานได้อย่างเหมาะสม	4.80	0.40	มากที่สุด
2. สามารถแสดงการเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านได้	4.37	0.55	มากที่สุด
3. สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติผ่านกิจกรรมได้	4.73	0.44	มากที่สุด
4. สามารถฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบผ่านกิจกรรมได้	4.77	0.42	มากที่สุด
5. สามารถตอบคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในชุดการเรียนรู้ได้	4.43	0.50	มากที่สุด
6. ความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมโดยชุดการเรียนรู้	2.83	0.52	ปานกลาง

ตารางที่ 4

ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนิสิตครูที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต (ต่อ)

รายการประเมิน	($\bar{x}$)	S.D.	แปลผล
7. ความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมโดยชุดการเรียนรู้	4.80	0.40	มากที่สุด
รวม/เฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.39	0.46	มากที่สุด
ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์			
1. ชุดการเรียนรู้มีเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม	4.67	0.47	มากที่สุด
2. การเรียนรู้มีรายละเอียดวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม	4.43	0.50	มากที่สุด
3. สามารถตอบคำถามวิทยาศาสตร์ในชุดการเรียนรู้ได้	4.77	0.42	มากที่สุด
4. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ก่อนทำกิจกรรมโดยชุดการเรียนรู้	3.30	0.53	มาก
5. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรมโดยชุดการเรียนรู้	4.73	0.44	มากที่สุด
6. ชุดการเรียนรู้มีการสอดแทรกความรู้ด้านวิทยาศาสตร์	4.70	0.46	มากที่สุด
7. ได้รับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย	4.43	0.50	มากที่สุด
รวม/เฉลี่ยด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์	4.43	0.47	มากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
1. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในการเรียนและต่อยอดการจัดการเรียนรู้ได้	4.63	0.48	มากที่สุด
2. สามารถปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในชุดการเรียนรู้ได้	4.67	0.47	มากที่สุด
3. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในทุกขั้นตอน	4.93	0.25	มากที่สุด
4. ได้ฝึกทักษะการคิดและลงมือปฏิบัติกิจกรรม	4.77	0.42	มากที่สุด
5. ได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเมื่อไม่เข้าใจระหว่างทำกิจกรรม	4.57	0.50	มากที่สุด
6. ผู้สอนมีการเสริมแรงและให้กำลังใจระหว่างทำกิจกรรม	4.73	0.44	มากที่สุด
7. สามารถแสดงความคิดเห็นและทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	4.72	0.44	มากที่สุด
รวม/เฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.72	0.43	มากที่สุด
ด้านคู่มือการใช้และภาพรวมของชุดการเรียนรู้			
1. ชุดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.87	0.34	มากที่สุด
2. ชุดการเรียนรู้มีคำอธิบายชัดเจนและเหมาะสม	4.40	0.49	มากที่สุด
3. สื่อประกอบในชุดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.77	0.42	มากที่สุด
4. ชุดการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.73	0.44	มากที่สุด
5. ได้ฝึกการคิดจากกิจกรรมที่หลากหลายจากชุดการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
6. สามารถนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้	4.40	0.49	มากที่สุด
7. ชุดการเรียนรู้สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.80	0.40	มากที่สุด

ตารางที่ 4

ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนิสิตครูที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต (ต่อ)

รวม/เฉลี่ยด้านคู่มือการใช้และภาพรวมของชุดการเรียนรู้	4.66	0.44	มากที่สุด
รวม/เฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน	4.55	0.45	มากที่สุด

จากตาราง 4 พบว่า ความพึงพอใจของนิสิตครูที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตครูหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิตโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.55, S.D. = 0.45) โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.39, S.D. = 0.46) 2) ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.43, S.D. = 0.47) 3) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.72, S.D. = 0.43) และ 4) ด้านคู่มือการใช้และภาพรวมของชุดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.44) ส่วนข้อเสนอแนะ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ 1) กิจกรรมในชุดการเรียนรู้มีความหลากหลาย นิสิตครูมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่น่าสนใจ 2) ควรเลือกกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ตอบโจทย์สถานการณ์ในปัจจุบัน 3) นิสิตครูสามารถนำทักษะและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายมาประยุกต์เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน 4) สามารถส่งเสริมและต่อยอดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการต่อไป และ 5) สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 5

ผลการทดสอบสมมติฐานความพึงพอใจ (one-sample t-test) ความพึงพอใจหลังเรียนเทียบเกณฑ์ 3.50

รายการประเมิน	N	($\bar{X}$)	S.D.	Test value	t	df	p
ความพึงพอใจโดยรวม	30	4.55	0.45	3.50	12.78	29	< .001

จากตาราง 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ 3.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 12.78$ และ $p < .001$) แสดงว่านิสิตครูมีความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ ผลการวิจัยที่ยืนยันว่าชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถอภิปรายได้ใน 3 ประเด็นหลัก ดังนี้ ประเด็นที่ 1 การออกแบบที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุกและการลงมือปฏิบัติ ประสิทธิภาพที่ผ่านเกณฑ์อธิบายได้ว่า ชุดการเรียนรู้ถูกออกแบบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ซึ่งช่วยลดข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบบรรยายที่ไม่เอื้อต่อการคิดขั้นสูง และสนับสนุนแนวทางการผลิตครูที่ต้องสามารถจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และเชิงรุก (Freeman et al., 2020; Darling-Hammond & Oakes, 2019) นอกจากนี้ ผลดังกล่าวยังสอดคล้องกับ

งานวิจัยที่ชี้ว่ากระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะเฉพาะด้านของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Fitriani et al., 2021; Supriyanto et al., 2019) ประเด็นที่ 2 การออกแบบที่เป็นกระบวนการและลำดับขั้นตอน ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้เป็นผลมาจากการออกแบบที่จัดลำดับขั้นตอนการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ โดยเริ่มต้นจากทักษะพื้นฐาน เช่น การสังเกตและการวัด ไปสู่ทักษะที่ซับซ้อนขึ้น เช่น การลงความเห็นและการพยากรณ์ ซึ่งเป็นการสร้างรากฐานที่มั่นคงสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การออกแบบที่เป็นขั้นตอนช่วยให้นิสิตครูสามารถพัฒนาทักษะไปทีละขั้นอย่างเข้าใจ และเห็นภาพรวมของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ Suhendi and Mulhayatia (2020) ที่ใช้กรอบการเรียนรู้ 5E ในการนำเสนอกิจกรรมอย่างเป็นลำดับเพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียน และประเด็นที่ 3 การบูรณาการองค์ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ การที่ชุดการเรียนรู้ถูกออกแบบมาสำหรับนิสิตครูโดยเฉพาะ ทำให้การออกแบบต้องคำนึงถึงการส่งเสริม PCK ไปพร้อมกัน กิจกรรมในชุดการเรียนรู้ไม่เพียงฝึกฝนทักษะของนิสิตครูแต่ยังกระตุ้นให้คิดว่าจะนำกิจกรรมเหล่านี้ไปปรับใช้กับนักเรียนในชั้นเรียนของตนเองได้อย่างไร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Feyzioğlu (2018) ที่พบว่า การให้นิสิตครูได้สัมผัสประสบการณ์ตรงผ่านรายวิชาการออกแบบการจัดการเรียนรู้ มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกด้านการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การบูรณาการสื่อและเทคโนโลยีสมัยใหม่ (Darmanto et al., 2021) เข้ามาในชุดการเรียนรู้ ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้นิสิตครูมีความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ที่พบในงานวิจัยนี้ จึงเป็นผลลัพธ์เชิงบูรณาการจากการสังเคราะห์หลักการจัดการเรียนรู้เชิงรุก การออกแบบที่เป็นกระบวนการ และคำนึงถึงการพัฒนางานองค์ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับนิสิตครูโดยตรง ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมและนำไปสู่ความสำเร็จของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น

2. การเปรียบเทียบและส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการเปรียบเทียบที่แสดงให้เห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนิสิตครูภายหลังการใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือเป็นข้อค้นพบหลักที่ยืนยันว่านวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมสมรรถนะที่จำเป็นของนิสิตครูได้อย่างแท้จริง การที่ทักษะทุกองค์ประกอบจากทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท ไปจนถึงการลงความเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์ มีคะแนนเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน สะท้อนให้เห็นถึง ประสิทธิภาพของการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของชุดการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยในปัจจุบันที่เน้นการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียน ดังที่ Fitriani et al. (2021) และ Kurniawati et al. (2019) ได้แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ การที่นิสิตครูได้เผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาผ่านกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ ได้กระตุ้นให้ตั้งทักษะต่าง ๆ มาใช้ในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และหาคำตอบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เลียนแบบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่การพัฒนาทักษะ ผลการวิจัยยังสนับสนุนข้อค้นพบของ Feyzioğlu (2018) และ Supriyanto et al. (2019) ที่พบว่า การจัดประสบการณ์ตรงให้กับนิสิตครูในฐานะผู้เรียน เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะ การที่นิสิตครูได้ผ่านกระบวนการ

เรียนรู้ด้วยนวัตกรรมไม่เพียงแต่ช่วยให้มีทักษะที่สูงขึ้น แต่ยังสร้างความเข้าใจวิธีการนำกิจกรรมเหล่านี้ไปใช้จัดกิจกรรมกับนักเรียนในอนาคต การค้นพบนี้ยังช่วยตอบโจทย์ความท้าทายที่ Irwan et al. (2019) ได้ระบุไว่ว่านิสิตครูยังคงมีจุดอ่อนในทักษะบางด้าน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านวัตกรรมที่ถูกออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างตรงจุดสามารถช่วยยกระดับความพร้อมของนิสิตครูได้ การเพิ่มขึ้นของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่เพียงการเพิ่มขึ้นของคะแนนสอบ แต่เป็นการสะท้อนถึงความสำเร็จของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง ซึ่งทำให้นิสิตครูได้ฝึกฝน พัฒนา และสร้างความมั่นใจในการใช้ทักษะที่จำเป็นต่อการเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

3. ระดับความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้ ผลการศึกษาที่พบว่านิสิตครูมีความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นข้อค้นพบที่สำคัญซึ่งบ่งชี้ว่านวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไม่เพียงแต่มีประสิทธิภาพในเชิงผลสัมฤทธิ์ แต่ยังประสบความสำเร็จในการสร้าง ประสบการณ์การเรียนรู้เชิงบวกให้กับผู้เรียนอีกด้วย ความพึงพอใจในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการจัดการเรียนรู้ คู่มือ และสื่อที่ทันสมัยสะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจและกระตุ้นการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ความพึงพอใจในระดับสูงนี้เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของ การสร้างแรงจูงใจและการมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่นำไปสู่การเรียนรู้ที่ประสบความสำเร็จ ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับข้อค้นพบของ Dewi et al. (2021, 444–453) ที่ชี้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่ดีไม่เพียงแต่พัฒนาทักษะ แต่ยังส่งเสริมการรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งเป็นความรู้สึกเชิงบวกที่ใกล้เคียงกับความพึงพอใจ เช่นเดียวกับ Darmanto et al. (2021) ที่พบว่าการใช้เทคโนโลยีสามารถส่งเสริมเจตคติที่ดี ของผู้เรียนควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะได้

สรุป (Conclusion)

ผลการวิจัยสรุปได้ 3 ประเด็นหลัก ดังนี้ 1) ด้านประสิทธิภาพของนวัตกรรม คือชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพและความเหมาะสมในระดับมากที่สุดจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และมีประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.25/81.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดการเรียนรู้มีศักยภาพสูงในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จริง 2) ด้านประสิทธิผลต่อผู้เรียน ภายหลังการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ฯ นิสิตครูมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่านิสิตมีพัฒนาการในทุกทักษะย่อย โดยเฉพาะทักษะที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และการปฏิบัติ เช่น ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และ 3) ด้านความพึงพอใจของผู้เรียน นิสิตครูมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพึงพอใจสูงสุดต่อกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งช่วยสร้างความท้าทายและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเห็นว่าชุดการเรียนรู้นี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการสร้างความเข้าใจและเตรียมความพร้อมสำหรับการนำทักษะไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในอนาคต

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ดังนี้ 1) ข้อเสนอแนะในการนำผลไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ ด้านหลักสูตรการผลิตครู เสนอให้คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ นำชุดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้เป็น แนวปฏิบัติที่ดี สื่อในการฝึกปฏิบัติ ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ด้านนโยบายหน่วยงานกำกับดูแลการผลิตครูควรสนับสนุนการพัฒนาและเผยแพร่นวัตกรรมลักษณะนี้ไปยังสถาบันต่าง ๆ เพื่อยกระดับมาตรฐานและสมรรถนะของบัณฑิตครูวิทยาศาสตร์ และด้านชุมชนวิชาชีพสามารถนำชุดการเรียนรู้ไปใช้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ครูประจำการ และ 2) ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ได้แก่ วิจัยขยายผลศึกษาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลายขึ้น เช่น นิสิตครูสาขาอื่น หรือทดลองใช้ในสถาบันผลิตครูแห่งอื่น ๆ และวิจัยติดตามผลระยะยาวโดยประเมินความคงทนของทักษะฯ ในกลุ่มบัณฑิตครูที่สำเร็จการศึกษาและปฏิบัติงานในโรงเรียนจริง เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของนวัตกรรมในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง (References)

- Amalina, I. K., Suwono, H., & Lukiat, B. (2020). Critical thinking skills and scientific process skills in the 21st century. *AIP Conference Proceedings*, 2215(1), Article 070001.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom* (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1). The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Chang, S.-C., Hsu, T.-C., Chen, Y.-N., & Jong, M. S.-y. (2020). The effects of spherical video-based virtual reality implementation on students' natural science learning effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 915–929. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1548490>
- Darling-Hammond, L., & Oakes, J. (2019). *Preparing teachers for deeper learning*. Harvard Education Press.
- Darmanto, E., Widodo, W., & Rochintaniawati, D. (2021). The effectiveness of virtual laboratory on students' scientific process skills and attitudes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), Article 012175. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012175>
- Dewi, N. R., Saptiningsih, E., & Karyawan, A. I. (2021). The effectiveness of blended learning on students' science process skills and self-efficacy. *International Journal of Elementary Education*, 5(3), 444–453. <https://doi.org/10.23887/ijee.v5i3.36643>

- Feyzioğlu, B. (2018). Effects of a science teaching methods course on pre-service teachers' science process skills. *Journal of Baltic Science Education*, 17(5), 848–863. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.848>
- Firman, H., & Bailullah, B. (2020). Implementation of STEM-based project learning to improve scientific process skills of pre-service chemistry teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), Article 042095. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042095>
- Fitriani, A., Adisyahputra, & Komala, R. (2021). The effect of guided inquiry learning model on pre-service biology teachers' science process skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1779(1), Article 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1779/1/012028>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2020). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gómez-Pablos, V. B., del Pozo, M. M., & Muñoz-Repiso, A. G. V. (2022). The impact of digital tools on the development of scientific skills in science education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(9), Article 585. <https://doi.org/10.3390/educsci12090585>
- Irwan, I., Maridi, M., & Dwiastuti, S. (2019). Developing guided inquiry-based ecosystem module to improve students' critical thinking skills. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(1), 51–60. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i1.7287>
- Kind, V. (2020). Pedagogical content knowledge in science education: Retrospect and prospect. In S. M. Markic & S. E. Sippola (Eds.), *Pedagogical Content Knowledge in STEM* (pp. 3–17). Springer.
- Kurniawati, I. D., Wartono, W., & Diantoro, M. (2019). The effectiveness of inquiry-based learning with a scientific approach on senior high school students' scientific process skills and cognitive learning outcomes. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 249–258. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18374>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), Article 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>

- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing.
- Rahmawati, D., & Kurniadi, D. (2019). The effect of a simple experiment kit on science process skills in elementary school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1318(1), Article 012117. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1318/1/012117>
- Suhendi, H. Y., & Mulhayati, L. (2020). Improving science process skills through the 5E inquiry-learning model with assessment techniques. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), Article 042090. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042090>
- Supriyanto, A., Hartini, S., Misbah, M., & Bahriah, E. S. (2019). The effectiveness of the STEAM-PBL model on the creative thinking skills and the science process skills of pre-service elementary teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(1), Article 012030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012030>
- Sönmez, E., & Gök, B. (2022). Effect of argument-driven inquiry method on pre-service science teachers' scientific process skills and scientific reasoning skills. *Thinking Skills and Creativity*, 44, Article 101031. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101031>
- Ulger, K. (2018). The effect of problem-based learning on the creative thinking and critical thinking disposition of students in visual arts education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1649>
- Wola, B. R., Rungkat, J. A., & Harindah, G. M. D. (2023). Science process skills of prospective science teachers' in practicum activity at the laboratory. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(1), 50–61. <https://doi.org/10.21831/jipi.v9i1.52974>
- Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2015). Science process skills and attitudes toward science among Palestinian secondary school students. *World Journal of Education*, 5(1), 13–24. <https://doi.org/10.5430/wje.v5n1p13>
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *การพัฒนาระบบและชุดการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 8). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิศนา แคมมณี. (2567). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 23). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2552). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). ไทยวัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566, 26 มกราคม). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. คลังความรู้ SciMath. <https://www.scimath.org/article-science/item/13442-2023-01-26-04-03-39>