ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย และคลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร

Effects of Learning Management by STEM Education to Develop Creative Problem-Solving Skills and Scientific Processing Skill for Simple Harmonic Motion and Mechanical Wave Unit in Physics for 11th Grade Students at Patumkongka School in Bangkok Metropolis

ณัฐพล เตชะพันธ์งาม[1*] ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์[2] และ ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์[3]

Natthapol Techaphangam[1*] Tweesak Chindanurak[2] and Chamnan Chaowakeeratipong[3]

Received: January 13, 2025; Revised: April 22, 2026; Accepted: April 29, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ โรงเรียนปทุมคงคา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน โดยได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคลื่นกล 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 3) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คะแนนหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

This study aimed to: 1) compare the creative problem-solving skills of 11th grade students before and after instruction using STEM-based learning and 2) compare the development of scientific process skills before and after the implementation of STEM-based learning. The research sample consisted of 20 Grade 11 science-program students from Patumkongka school selected through cluster random sampling from one classroom. The research instruments included: 1) STEM-based instructional plans on the topics of simple harmonic motion and mechanical waves, 2) a creative problem-solving skills assessment, and 3) a scientific process skills assessment on simple harmonic motion and waves. Data was analyzed using mean, standard deviation, and t-tests. The results indicated that: 1) the creative problem-solving skills of 11th grade students improved significantly after STEM-based learning at the 0.05 level of significance, and 2) the scientific process skills of students in the topics of simple harmonic motion and mechanical waves also showed significant improvement at the 0.05 level of significance.

Keywords: STEM Education, Creative Problem-Solving Skills, Scientific Process Skills

[1]นักศึกษา, สาขาหลักสูตรและการสอน , คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,
E-mail: kobank.nattapol@gmail.com (*Corresponding author)
[2]รองศาสตราจารย์ ดร., สาขาหลักสูตรและการสอน , คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, E-mail: tweesak.chi@stou.ac.th
[3]รองศาสตราจารย์ ดร., สาขาหลักสูตรและการสอน , คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, E-mail: laascchu@stou.ac.th
[1]Student, Program in Curriculum and Instruction, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat University,
E-mail: kobank.nattapol@gmail.com (*Corresponding author)
[2] Associate Professor Dr, Program in Curriculum and Instruction, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat University, E-mail: tweesak.chi@stou.ac.th
[3] Associate Professor Dr., Program in Curriculum and Instruction, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat University, E-mail: tweesak.chi@stou.ac.th

บทนำ

ในยุคปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่า เทคโนโลยีได้เข้าไปอยู่ในทุกการใช้ชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ การสื่อสารกันด้วยระบบอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์ในยุคปัจจุบันจึงต้องมีการเพิ่มทักษะสำคัญมากมาย ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญได้ด้วยคำว่า ทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เมื่อพิจารณาการหาคำตอบว่าสิ่งใดถูกสิ่งใดผิดเพื่อให้เป็นที่ยอมรับจึงสามารถกล่าวได้ว่าทักษะสำคัญอย่างแรก คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถช่วยให้มนุษย์เราสามารถหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับได้ และเมื่อพิจารณาถึงการแข่งขันในยุคปัจจุบัน ไม่สามารถปฏิเสธได้เลยว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สำคัญที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่ในการทำงานจะถูกแสดงออกมาในรูปของการแก้ปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560, 2561) มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญของการขับเคลื่อนโลกในอนาคต ให้เป็นทรัพยากรสำคัญที่มีทักษะที่สอดคล้องกับตลาดแรงงาน และมีทักษะในการดำรงชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21 ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนากับทักษะดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่ควรได้รับความสำคัญ

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน เป็นสิ่งที่ต้องยอมรับว่าเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันไปแล้ว การมีความเท่าทันต่อเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งที่ไม่อาจเลี่ยงได้ ทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้ถูกกล่าวว่า ความฉลาดรู้ขั้นพื้นฐานถูกกล่าวครอบคลุมถึงความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความฉลาดรู้ทางเทคโนโลยีสารสนเทศ และสมรรถนะการคิดอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารร่วมมือกันระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะจัดกิจกรรมให้ครอบคลุมทั้งการทดลอง การใช้เทคโนโลยี และการลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างการร่วมมือกันระหว่างผู้เรียน จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนนอกจากจะเข้าใจในเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว ยังสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าถึงทักษะต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น (เบญจวรรณ, ผ่องศรี, วุฒิชัย และ ณัฐวิทย์, 2016)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระระหว่างวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเป็นการนำจุดเด่นของแต่ละสาขาวิชาที่กล่าวมามาผสมผสานรวมกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557 น. 6) เพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่นทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้มีบทบาทในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ให้กับการศึกษาของประเทศไทย มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่มสาระ การได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างสรรค์ผลงาน หรือปลูกฝังแนวทางการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันอย่างมีขั้นตอนทั้งด้วยตนเอง และการร่วมมือกัน (ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ, 2562 น. 9) การสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันยังเน้นไปที่การสอนแบบบรรยาย ผลที่ได้คือนักเรียนไม่มีความเข้าใจในเนื้อหาของวิชาอย่างแท้จริง (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2564 น.3) และเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงอาจเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ได้ประสิทธิภาพมากกว่าการบรรยายแบบดั้งเดิม

จากประสบการณ์ของผู้ทำวิจัยในวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นหนึ่งในสาขาของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพโดยบรรยายออกมาด้วยสมการคณิตศาสตร์ ในการสอนโดยการบรรยาย หรือบอกให้นักเรียนจินตนาการตามที่ผู้สอนบอกนั้นอาจเป็นวิธีที่ไม่มีประสิทธิภาพ การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์จึงอาจเป็นทางเลือกที่ดีกว่า รวมทั้งยังเป็นการพัฒนานักเรียนเพื่อให้มีทักษะสำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ในหลายกรณี การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อาจเป็นการยาก หรือบางเรื่องก็ไม่จำเป็นต้องมีทักษะนี้ในวิชาวิทยาศาสตร์ (OECD, 2022 p. 17) ดังนั้นการวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์จึงควรวัดผ่านการแก้ปัญหา (Problem solving) โดยรวมกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) จะได้เป็นทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving, CPS) จึงเป็นทักษะที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนา เนื่องจากไม่ใช้เพียงแค่เป็นทักษะในศตวรรษที่ 21 แต่ยังสามารถทำให้นักเรียนสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้ด้วยตนเอง

นอกจากทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์แล้ว อีกทักษะหนึ่งที่สำคัญสำหรับผู้ที่ต้องการเป็นผู้รู้ในวิทยาศาสตร์ คือความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ด้าน มีด้านหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการใช้

ชีวิตประจำวัน นั่นคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต และเพื่อให้ได้ทักษะเหล่านี้ หนึ่งในสิ่งสำคัญในการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้ที่ผ่านการศึกษาแล้ว สามารถสร้างวิธีการทำความเข้าใจกับความรู้ใหม่ โดยอาศัยขั้นตอนวิธีการจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันนักศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ หรือ AAAS (The American Association for the Advancement of Science) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ทักษะขั้นพื้นฐาน และทักษะขั้นบูรณาการ ซึ่งทักษะขั้นบูรณาการนั้นเกิดจากการผสมผสานและประยุกต์ใช้ทักษะขั้นพื้นฐานร่วมกัน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้เรียนจะใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และการร่วมมือกัน รวมทั้งการอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการศึกษาสิ่งต่าง ๆ ภายใต้กรอบแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพิจารณาข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นกล ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่นกล ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 36 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สุ่มจากนักเรียนจำนวน 1 ห้อง ได้จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน โดยได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม
3. ระเบียบวิธีวิจัย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบกึ่งทดลองใช้การเปรียบเทียบก่อนเรียนหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้าง และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีกระบวนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็ม

1.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ และการวัดและการประเมิน

1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลตามที่ได้ออกแบบไว้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณารับคำแนะนำและข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านอีกครั้ง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และได้ผลการประเมินคุณภาพอยู่ที่ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3

1.8 จัดพิมพ์แผนการสอน และนำไปใช้ในการทดลองตารางที่ แสดงโครงสร้าง และการวิเคราะห์แผนการสอนตามแนวคิดสะเต็มที่ผู้วิจัยออกแบบ

2. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.1 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยเลือกตัวชี้วัดย่อย ได้แก่ การสร้างความคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา การสร้างความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา และการประเมิน และปรับปรุงความคิดในการแก้ปัญหา

2.2 สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยการกำหนดปัญหาด้วยบริบทรอบตัวนักเรียนทั้งหมด 2 ปัญหา พร้อมสร้างคำถามที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดย่อยที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้ โดยลักษณะของแบบวัดออกแบบให้เป็นแบบทดสอบอัตนัย 3 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน

2.3 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ได้ออกแบบไว้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณารับคำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

2.4 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ดังภาคผนวก ก. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทดลองด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และให้ข้อเสนอแนะ หรือข้อปรับปรุง

2.5 นำผลการประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตัวชี้วัดย่อยที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิหาค่าเฉลี่ย โดยคัดเลือกจากข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 0.5 ขึ้นไปเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบในลำดับถัดไป พบว่ามีข้อสอบจำนวน 6 ข้อ ที่สามารถนำไปใช้ในลำดับถัดไป

2.6 นำแบบวัดที่ได้ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง และผ่านการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคลื่น มาแล้วจากโรงเรียนปทุมคงคาจำนวน 25 คน โดยการให้ทำแบบทดสอบ เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพ ได้แก่ ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) จากการทดสอบพบว่า แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีค่าความยากของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.60 – 0.75 และอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

2.7 วิเคราะห์หาค่าความเที่ยง ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟ่า ได้ 0.87

2.8 จัดพิมพ์แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับจริง ตรวจทานความถูกต้อง และนำไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มประชากร

3. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเลือกวัดทักษะกระบวนการดังกล่าวโดยมีตัวชี้วัดย่อย ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป และการสร้างแบบจำลอง

3.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

3.3 สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ให้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดย่อยที่ได้ศึกษาไว้ โดยออกแบบให้เป็นแบบวัดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ได้ 0 คะแนน

3.4 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ออกแบบไว้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณารับคำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

3.5 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทดลองด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และให้ข้อเสนอแนะ หรือข้อปรับปรุง โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา

3.6 นำผลการประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตัวชี้วัดย่อยที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิหาค่าเฉลี่ย โดยคัดเลือกจากข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 0.5 ขึ้นไปเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบในลำดับถัดไป พบว่ามีข้อสอบจำนวน 43 ข้อ ที่สามารถนำไปใช้ในลำดับถัดไป

3.7 นำแบบวัดที่ได้ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง และผ่านการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคลื่น มาแล้วจากโรงเรียนปทุมคงคาจำนวน 25 คน โดยการให้ทำแบบทดสอบ เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพ ได้แก่ ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) จากการทดสอบพบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถูกคัดเลือกมาใช้ได้เพียง 38 ข้อ โดยมีค่าความยากของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.68 และอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.46 และคัดเลือกข้อที่จะนำไปเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 18 ข้อ โดยยังมีโครงสร้างในการวัดครบถ้วนตามผังการวิเคราะห์ข้อสอบ

3.8 วิเคราะห์หาค่าความเที่ยง ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของคูเดอริชาร์ดสัน หรือ KR-20 (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2564) ได้ 0.85

3.9 จัดพิมพ์แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับจริง ตรวจทานความถูกต้อง และนำไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มประชากร

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการจัดการเรียนรู้และเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง การดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 10 ชั่วโมง วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ในเริ่มต้นจะจัดการสอบก่อนเรียน แล้วทำการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้วางแผนไว้ และสอบหลังเรียน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติทดสอบแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2564)

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติทดสอบแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2564)

ผลการวิจัย

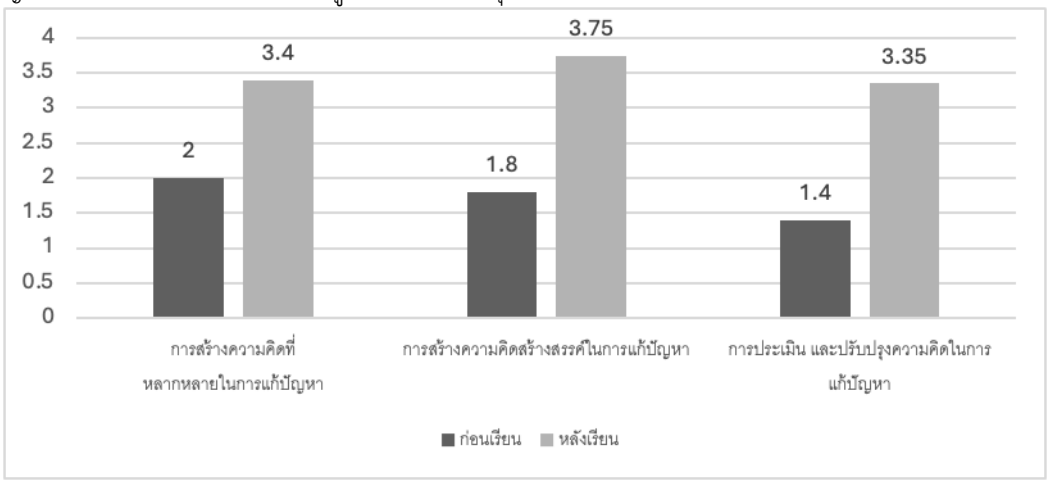
1. คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เปรียบเทียบหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เท่ากับ 5.20 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เท่ากับ 10.50 ดังแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน

ทักษะ	N	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig.
		$\overline{X}$	*S.D.*	$\overline{X}$	*S.D.*		
ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	20	5.20	8.69	10.50	0.68	8.01*	.00

*p<.05

จากรูปที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยแยกออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างความคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา การสร้างความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา และการประเมิน และปรับปรุงความคิดในการแก้ปัญหา พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกองค์ประกอบ



รูปที่ 1 คะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

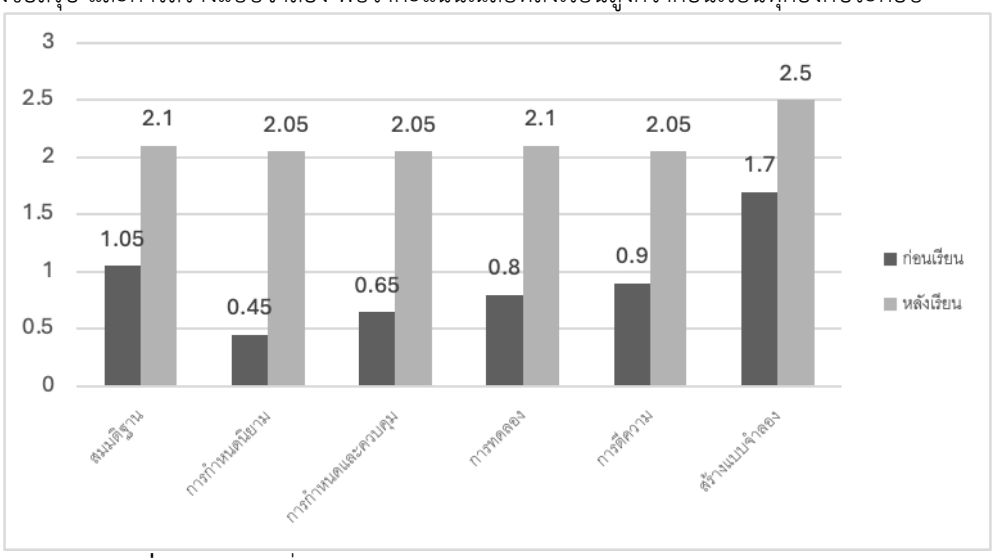
2. คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 5.55 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 12.85 ดังแสดงในตาราง 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน

ทักษะ	N	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig.
		$\overline{X}$	*S.D.*	$\overline{X}$	*S.D.*		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	20	5.55	5.00	12.85	4.56	17.49*	.00

*p<.05

จากรูปที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกออกเป็น 6 องค์ประกอบ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป และการสร้างแบบจำลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกองค์ประกอบ



รูปที่ 2 คะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมคงคา ผู้วิจัยสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน ผลวิจัยพบว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อาจมีเหตุผลเนื่องจากการนำกระบวนการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม เป็นกระบวนการที่ถูกสร้างขึ้นโดยการบูรณาการระหว่าง 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน มีลักษณะเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งตัวกิจกรรมถูกออกแบบมาเพื่อปรับบรรยากาศในห้องเรียนให้เป็นการลงมือปฏิบัติ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้น แสดงความคิดเห็น การตกลงร่วมกันเพื่อหาทางแก้ปัญหา และสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ขึ้นมา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่ได้เน้นไปแค่การเรียนรู้เนื้อหาสาระเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับ ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปุณยาพร พลายงาม, เกริก ศักดิ์สุภาพ, และ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2564) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้กับโรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม จำนวน 36 คน พบว่านักเรียนมีความสามารถการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ Fiteriani, I., Diani, R., & Anwar, C. (2021) ศึกษาการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน ผลวิจัยพบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อาจมีเหตุผลเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ที่มุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาโดยมีการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมด้วย ทำให้นักเรียนเกิดการตั้งสมมติฐานในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา นักเรียนมีการตั้งคำถามเพื่อถามครูหรือเพื่อนระหว่างทำกิจกรรมเพื่อคาดการณ์ความเป็นไปได้ กำหนดตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการวัด และในทุกครั้งที่มีการทำกิจกรรมครูผู้สอนจะมีการพานักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อพิจารณาถึงตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุป ทำให้นักเรียนการเกิดการสร้างความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรักติวิสต์ (Constructivist) กล่าวว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้จากองค์ความรู้เดิม และประสบการณ์ใหม่จากกิจกรรม ผลการศึกษาสอดคล้องกับจันทร์จิรา อยู่ยา (2561) ได้ศึกษาผลจากการจัดกิจกรรมสะเต็ม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจากจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ วีรเชษฐ์ ทองแสน (2567) ได้ศึกษาผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ร่วมกับอินโฟกราฟฟิก พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟฟิกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม เป็นการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ การบูรณาการทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และลงมือแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนด ครูผู้สอนจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเรียนการสอน เช่น เนื้อหา และความสอดคล้องของปัญหาที่กำหนด สื่อ และกระบวนการในการจัดการเรียนการสอน รวมถึงพื้นฐาน และทักษะเดิมของผู้เรียน เพื่อนำไปพัฒนาทั้งทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ครูผู้สอนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็ม เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว จะเน้นไปที่การลงมือปฏิบัติโดยผู้เรียน

3. ครูผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียน โดยดูจากบริบทรอบตัวผู้เรียน หรือสถานการณ์ในปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจได้ง่ายกว่าปัญหาที่ซับซ้อน และให้ความสำคัญกับการลงมือปฏิบัติของผู้เรียน โดยลดการบรรยายเนื้อหา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ให้เหมาะสมกับเนื้อหาอื่น ๆ เนื่องจากงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ควรศึกษาตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะด้านความฉลาดรู้สื่อดิจิทัล หรือทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากในงานวิจัยนี้พบว่า ในกระบวนการจัดการเรียนรู้นักเรียนได้อาศัยสื่อดิจิทัลในการค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับปัญหาที่ได้รับ แล้วปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสม แต่บางสื่อที่นักเรียนค้นพบไม่สามารถทำได้จริง เพราะขาดการคิดวิเคราะห์ในบางสถานการณ์

3. ควรศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมโดยศึกษาจากบริบทของนักเรียน และปัญหาของนักเรียน เพื่อค้นหาวิธีที่เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อพัฒนาทักษะที่นักเรียนควรได้รับ

เอกสารอ้างอิง

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2564). การวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัย หลักสูตรและการเรียนการสอน* (หน่วยที่ 9, 1-83). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2564). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิชาฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา*, *32*(1), 46-60.

จันทร์จิรา อยู่ยา. (2561). *การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแม่ปะวิทยาคม จังหวัดตาก* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2558). ปรัชญา ทฤษฎีและแนวคิดทางการศึกษา. *ในหลักการและทฤษฎีการศึกษาเกี่ยวกับวิชาชีพครู* (หน่วยที่ 1, 36-38). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เบญจวรรณ ถนอมชยธวัช, ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, วุฒิชัย เนียมเทศ และณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2016). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21: ความท้าทายในการพัฒนานักศึกษา. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้*, *3*(2), 208-222.

ปุณยาพร พลายงาม, เกริก ศักดิ์สุภาพ, และ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารบัณฑิตวิจัย, 12(*2), 15-30.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557) *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ: แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564)*. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)*. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

วีรเชษฐ์ ทองแสน, อนันต์ ปานศุภวัชร และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2567). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนความร้อนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับอินโฟกราฟฟิก. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, *21*(94), 31-43.

OECD. (2022). *Thinking outside the box: The PISA 2022 creative thinking assessment*. https://www.oecd.org/pisa/innovation/creative-thinking/.

Fiteriani, I., Diani, R., & Anwar, C. (2021). Project-based learning through STEM approach: Is it effective to improve students' creative problem-solving ability and metacognitive skills in physics learning?. *Journal of Physics: Conference Series, 1796*(1), 012058. IOP Publishing.