



การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เดือนเพ็ญ หาญยุทธ^{1*} และ อีรพงษ์ แสงประดิษฐ์²

¹นิสิตมหาบัณฑิตศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

²ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ

รับเข้า: 20 มิ.ย. 2568

ปรับปรุง: 22 ส.ค. 2568

ตอบรับ: 4 ก.ย. 2568

เผยแพร่: 31 ธ.ค. 2568

คำสำคัญ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์,
สะเต็มศึกษา, แรงและการเคลื่อนที่

*ผู้รับผิดชอบบทความ

อีเมล: dueanpen.hanyut@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดนครปฐม ซึ่งได้มาจากวิธีเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นตามแบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม และ 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อ้างอิงบทความนี้ (APA 7th Edition):

เดือนเพ็ญ หาญยุทธ และ อีรพงษ์ แสงประดิษฐ์. (2568). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 40(3), 90–103.



The development of scientific creativity through STEAM education in force and motion topic for tenth grade students

Dueanpen Hanyut^{1*} and Theerapong Sangpradit²

¹Graduate student in Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

²Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

Article Info.

Article history

Received: 20 Jun. 2025

Revised: 22 Aug. 2025

Accepted: 4 Sep. 2025

Published: 31 Dec. 2025

Keywords

scientific creativity, STEAM education, force and motion

Abstract

This research aims to study the effects of science learning on the topic of force and motion using STEAM education in terms of scientific creativity among tenth-grade students. The samples were 30 tenth-grade students who studied in the second semester of the 2024 academic year in a school in Nakhon Pathom, selected through purposive sampling. This research is a pre-experimental research using a one group pre-test post-test design. The research instruments consisted of the following: 1) STEAM-based lesson plans and 2) a scientific creativity test. The statistics employed for the analysis of data included mean, standard deviation and percentage mean. The results of this study were as follows: the scientific creativity posttest mean score of the students was higher than the pretest one.

*Corresponding author

Email: dueanpen.hanyut@g.swu.ac.th

Cite this article (APA 7th Edition):

Hanyut, D., & Sangpradit, T. (2025). The development of scientific creativity through STEAM education in force and motion topic for tenth grade students. *Journal of Kasetsart Educational Review*, 40(3), 90–103.

บทนำ

ความคิดสร้างสรรค์ถือเป็นทักษะสำคัญในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ที่ส่งเสริมความสำเร็จในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการเป็นพลเมืองในสังคมแห่งศตวรรษที่ 21 ตามกรอบแนวคิดของเครือข่ายองค์การความร่วมมือเพื่อทักษะแห่งการเรียนรู้ในโลกศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills, 2019) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การแข่งขันเพื่อผลประโยชน์ทางการค้าทำให้ทุกประเทศเร่งพัฒนาประชากรให้มีคุณภาพ กลไกสำคัญที่ช่วยพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าและสามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้คือ เยาวชนคนรุ่นใหม่ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งจำเป็นในสังคมปัจจุบัน เพราะสังคมมีการเปลี่ยนแปลงและมีปัญหาใหม่ ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา นักเรียนจึงควรได้รับการฝึกฝนให้รู้จักการคิดใหม่ ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ต้องพบในชีวิตประจำวัน (อัมฉรี ศิลาจัต, 2565; นัฐยา ทองจันทร์ และ พงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว, 2559) ความคิดสร้างสรรค์ในบริบทของวิทยาศาสตร์หรือที่เรียกว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Creativity) นั้นเป็นความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้าทดลองและแสวงหาคำตอบได้หลายวิธี นอกจากนี้ยังเป็นกระบวนการคิดและการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงวิธีการ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งนามธรรมและรูปธรรม ที่เน้นประโยชน์และคุณค่าต่อสังคม (สมรัก อินทวิมลศรี และคณะ, 2562; Aktamis et al., 2008; Garces, 2018) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ 1) ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Fluency) คือความสามารถในการคิดค้นวิธีแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนด โดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องและมีจำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Flexibility) คือความสามารถในการคิดค้นคำตอบทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและมีหลากหลายหมวดหมู่หรือมีหลายแนวทาง และ 3) ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Originality) คือความสามารถในการคิดค้นวิธีแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนด โดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดของคนส่วนใหญ่ (Dippo & Kudrowitz, 2015; Ozkan & Umdü Topsakal, 2021)

ปัญหาจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ของผู้วิจัยกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครูผู้สอนสังเกตพบว่า เมื่อครูผู้สอนจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนนำความรู้จากเรื่องที่เรียนมาขยายความรู้ในการออกแบบสร้างสิ่งประดิษฐ์ ผลงานของนักเรียนขาดความหลากหลายมีความเหมือนกันอยู่หลายกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถคิดสิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากกลุ่มอื่น หรือลอกเลียนแบบสิ่งเดิมที่มีอยู่ จึงไม่สามารถอธิบายที่มาของแนวคิดและวิเคราะห์การทำงานของสิ่งที่ประดิษฐ์ออกมาได้ สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และขาดความมั่นใจในการนำเสนอแนวคิดที่แปลกใหม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมรัก อินทวิมลศรี และคณะ (2562) ที่ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากนักเรียนมีพฤติกรรมลอกเลียนแบบ นักเรียนไม่กล้าคิดกล้าแสดงออก ด้วยตนเอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณณา ธวัชวิทย์ และ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2566) ที่ทำการสังเกตและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยพบว่า นักเรียนไม่สามารถนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือการแสดงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บนหลักฐานแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยในฐานะครูสอนวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ สนใจที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยมีลักษณะสำคัญคือ 1) เน้นสถานการณ์จริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดค้น หาเหตุผล และลงมือสร้างสรรค์ผลงานเพื่อแก้ปัญหา 2) ส่งเสริมการออกแบบเชิงวิศวกรรม บูรณาการร่วมกับจินตนาการด้านสุนทรียภาพเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรม และ 3) การนำศิลปะมาผสมผสาน ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายและผลงานมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น (Kim & Kim, 2016; Ozkan & Umdü Töpsakal, 2021) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา และ 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) จากการศึกษางานวิจัยของ ธัญชนก ทาระเนตร (2564) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Filipe et al. (2024) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 เรื่อง พลังงานกล พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างสรรค์ผลงานที่เป็นรูปธรรม ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและมีความหมาย การสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ผ่านการออกแบบและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขหลายครั้ง กระตุ้นให้นักเรียนต้องคิดนอกกรอบและหาทางแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่ ๆ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

จากเหตุผลและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานสำคัญขององค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ยังคงเน้นการประยุกต์ใช้ในมิติของ

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เป็นหลัก และใช้ศิลปะเป็นสื่อกลางในการสร้างสรรค์ความคิดจินตนาการในการออกแบบประดิษฐ์ผลงานให้มีความสวยงาม โดยให้ความสำคัญกับการบูรณาการด้านศิลปะในมิติทางวัฒนธรรมและสังคมยังน้อย ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการบูรณาการมิติของศิลปะเข้ากับวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนไม่เพียงแต่สามารถนำหลักการเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ไปใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาทางวิศวกรรมได้เท่านั้น แต่ยังสามารถผสมผสานจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ให้ครอบคลุมถึงความสวยงาม สุนทรียภาพ การออกแบบ การสื่อสาร และการเชื่อมโยงกับมิติทางวัฒนธรรมและสังคม เพื่อออกแบบและสร้างชิ้นงานที่แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และต่อยอดนวัตกรรมที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ขอบเขตการวิจัย

1. ตัวแปรที่ศึกษาที่ทำการวิจัย

1.1 ตัวแปรอิสระ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

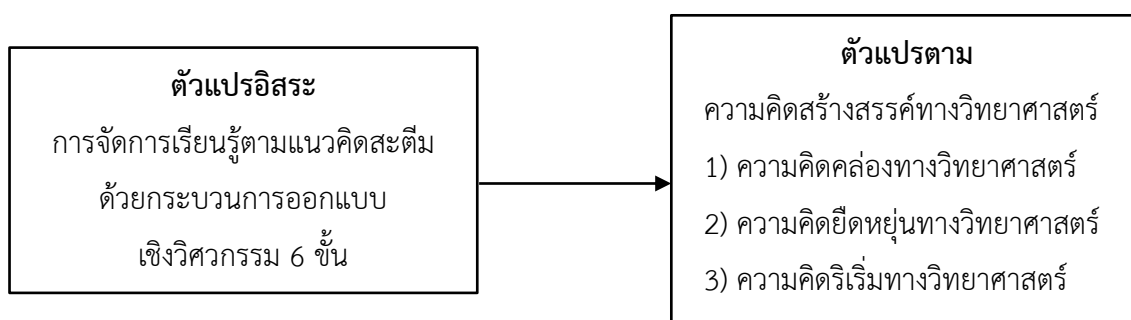
1.2 ตัวแปรตาม ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย วิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้จำนวน 16 คาบ คาบละ 60 นาที

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้นักเรียนได้คิดค้นและหาคำตอบ หาเหตุผลในการแก้ปัญหา และลงมือสร้างสรรค์ผลงานหรือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือวิธีในการแก้ประเด็นปัญหาที่ตั้งขึ้นนั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ผ่านขั้นตอนและกระบวนการการปฏิบัติจริง ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปร อิสระและตัวแปรตาม ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experiment design) กลุ่มที่ศึกษาเพียง 1 กลุ่ม ซึ่งดำเนินการตามแบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design (Creswell & Plano Clark, 2018) โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดนครปฐม จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 365 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดนครปฐม จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 30 คน ซึ่งได้มาจากวิธีเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้มีเป็นผู้มีความสนใจและตั้งใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อการเรียน มีความใฝ่รู้ และสามารถสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอน พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมักจะประดิษฐ์ชิ้นงานทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ขาดความแปลกใหม่

เครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการเรียนรู้รายหน่วย จำนวน 4 แผน ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ (1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ และหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาสาระการเรียนรู้ (2) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการใช้ภาษา ความสอดคล้องของจุดประสงค์ กิจกรรม และการประเมินผล (3) นำแผนจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00

ข้อเสนอแนะด้านกิจกรรมการเรียนรู้ให้ปรับกิจกรรมการสอนโดยให้เพิ่มการคิดวิเคราะห์และการสร้างสรรค์ผลงานให้มากขึ้น และด้านประเมินผลการเรียนปรับให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (4) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (5) นำข้อสังเกตมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดแบบอัตนัย มี 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนาน ใช้เก็บข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน วัดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ 2) ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และใช้เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยภาษา จากข้อคำถาม 6 ข้อ รวมทั้งหมด 72 คะแนน มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

(1) ศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดพฤติกรรม

(2) สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ตามแนวทางของ Aktamis et al. (2008) และ Torrance (1990) โดยมีตัวชี้พฤติกรรมครอบคลุมองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนองค์ประกอบละ 4 คะแนน มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	วิธีการให้คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนรวม
ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	นับจำนวนคำตอบทั้งหมดที่สอดคล้องกับข้อคำถาม (คำตอบละ 1 คะแนน)	10 คำตอบขึ้นไป ได้ 4 คะแนน	24 คะแนน
		7-9 คำตอบ ได้ 3 คะแนน	
		4-6 คำตอบ ได้ 2 คะแนน	
		1-3 คำตอบ ได้ 1 คะแนน	
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	นับจำนวนกลุ่มของคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถาม (กลุ่มละ 1 คะแนน)	6 กลุ่มขึ้นไป ได้ 4 คะแนน	24 คะแนน
		4-5 กลุ่ม ได้ 3 คะแนน	
		2-3 กลุ่ม ได้ 2 คะแนน	
		1 กลุ่ม ได้ 1 คะแนน	
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	พิจารณาจากความถี่ของคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น	มีผู้ตอบ 1 คน ได้ 4 คะแนน	24 คะแนน
		มีผู้ตอบ 2-3 คน ได้ 3 คะแนน	
		มีผู้ตอบ 4-6 คน ได้ 2 คะแนน	
		มีผู้ตอบตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป ได้ 1 คะแนน	

(3) กำหนดระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งตามช่วงคะแนนร้อยละจากพิสัย โดยนำคะแนนค่าสูงสุดลบคะแนนต่ำสุดและนำคะแนนที่ได้ไปหารกับจำนวนระดับความสามารถ ได้ช่วงคะแนนร้อยละ ได้แก่ ร้อยละ 76-100 คือระดับดีมาก ร้อยละ 51-75 คือระดับดี ร้อยละ 26-50 คือระดับพอใช้ และร้อยละ 0-25 คือระดับควรปรับปรุง

(4) นำแบบวัดทั้ง 2 ฉบับและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม

(5) นำแบบวัดทั้ง 2 ฉบับและเกณฑ์การให้คะแนนที่แก้ไขจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 3 ท่าน มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00 ข้อเสนอแนะคือปรับแก้ข้อความคำถามให้สื่อความหมายชัดเจน และปรับแก้เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดให้มีความเหมาะสม

(6) นำแบบวัดทั้ง 2 ฉบับไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า แบบวัดฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.44-0.70 และมีค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.41-0.51 และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.80 แบบวัดฉบับหลังเรียนมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.53-0.73 และมีค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45-0.65 และมีความเที่ยงเท่ากับ 0.75 แบบวัดทั้ง 2 ฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ 0.78

(7) นำแบบวัดทั้ง 2 ฉบับและเกณฑ์การให้คะแนนมาปรับปรุงแล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการศึกษาผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการขอความร่วมมือกับทางโรงเรียนที่จะทำการทดลอง โดยชี้แจงกิจกรรมให้กับทางโรงเรียน และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบทั้งในเรื่องของจุดประสงค์ ลักษณะกิจกรรม การวัด การประเมินผล และแนวทางการปฏิบัติในการเก็บผลการวิจัย

2. ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ใช้เวลา 35 นาที

3. ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง

4. หลังจากที่ได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ใช้เวลา 35 นาที

5. ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของงานวิจัยและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ นำมาเทียบกับช่วงคะแนนและระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ และระดับคุณภาพของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (n=30)

คะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ระดับคุณภาพ
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$	
ก่อนเรียน	72	42.03	4.18	58.38	ดี
หลังเรียน	72	45.66	4.25	63.42	ดี

จากตารางที่ 2 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ และระดับคุณภาพของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 42.03 คะแนน ($SD=4.18$) หรือคิดเป็นร้อยละ 58.38 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี และหลังเรียนเท่ากับ 45.66 คะแนน ($SD=4.25$) หรือคิดเป็นร้อยละ 63.42 ซึ่งยังคงอยู่ในระดับดีเช่นกัน และผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแบบแยกองค์ประกอบ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบแยกองค์ประกอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ผลการวิเคราะห์					
		ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$
ความคิดคลองทางวิทยาศาสตร์	24	13.50	1.95	56.25	15.10	1.62	62.92
ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	24	13.83	1.60	57.63	14.86	2.34	61.92
ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	24	14.70	1.86	61.25	15.70	1.78	65.42
รวม	72	42.03	4.18	58.38	45.66	4.25	63.42

จากตารางที่ 3 แสดงคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบแยกองค์ประกอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแยกเป็น 3 องค์ประกอบ

ได้แก่ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนองค์ประกอบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 14.70 คะแนน ($SD=1.86$) คิดเป็นร้อยละ 61.25 รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 13.83 คะแนน ($SD=1.60$) คิดเป็นร้อยละ 57.63 และความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 13.50 คะแนน ($SD=1.95$) คิดเป็นร้อยละ 56.25 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนองค์ประกอบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ยังคงมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 15.70 คะแนน ($SD=1.78$) คิดเป็นร้อยละ 65.42 รองลงมาคือความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 15.10 คะแนน ($SD=1.62$) คิดเป็นร้อยละ 62.92 และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 14.86 คะแนน ($SD=2.34$) คิดเป็นร้อยละ 61.92 และเมื่อพิจารณาส่วนต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนามากที่สุด รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนสอนของครูตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบองค์รวม เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ โดยแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีส่วนช่วยส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา นักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์และระบุปัญหาให้ชัดเจน เป็นการกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ เป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างสรรค์ซึ่งในงานวิจัยมีการใช้สถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ ได้แก่ การสร้างสะพานไม้ไผ่ศกริม การออกแบบเครื่องจักรรูปโกลด์เบิร์กสไตร์นครปฐม การออกแบบระบบลงจอดของยานอวกาศบนดวงจันทร์ และการสร้างรถแข่งผัก กระตุ้นความสนใจและความกระตือรือร้นของนักเรียน สถานการณ์เหล่านี้มีความท้าทาย สนุกสนาน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สวมบทบาทเป็นวิศวกรหรือผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ซึ่งทำให้การเรียนรู้มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง มีการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการคิดแก้ไขปัญหา โดยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับศิลปะมาใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้เกิดการคิดหาแนวทางที่หลากหลาย (ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์) การปรับเปลี่ยนมุมมองในการแก้ปัญหา (ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์) นักเรียนได้ออกแบบและสร้างชิ้นงานให้สมกับบทบาทและสถานการณ์ที่ได้รับ ส่งเสริมให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่ไม่เหมือนใคร (ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์) หรือปรับปรุงแนวคิดเดิมให้ดีขึ้น การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ และพัฒนาความคิด

ยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนแนวคิดเพื่อแก้ปัญหาที่พบจากการทดสอบ และการนำเสนอผลงานเป็นการสรุปผลการเรียนรู้และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารแนวคิดและผลงานของตนเองกับเพื่อน ๆ ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของงานที่สร้างขึ้น เกิดความภูมิใจและมีแรงจูงใจในการพัฒนางานและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ัญชนก ทาระเนตร (2564) และ Filipe et al. (2024) ที่ต่างชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้คิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และค้นหาแนวทางที่หลากหลายในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และจากงานวิจัยนี้ยังพบว่า การบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้าไปในกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงบันดาลใจและความคิดริเริ่มมากขึ้น การใช้ของดีของจังหวัดนครปฐมในกิจกรรมเครื่องจักรรูปโกลด์เบิร์ก ทำให้นักเรียนรู้สึกเชื่อมโยงกับเรื่องราวในท้องถิ่น รู้สึกใกล้ชิด และภาคภูมิใจในวัฒนธรรม ทำให้การคิดออกแบบมีความเป็นรูปธรรมและไม่เหมือนใคร ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมทางวัฒนธรรมมีบทบาทสำคัญในการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ จาริพร ผลมูล และคณะ (2558) ที่ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบสะเต็มศึกษาโดยใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร พบว่าจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยบูรณาการแบบสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง สร้างความอยากรู้อยากเห็นสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัว เกิดความรู้สึกห่วงใย และเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมในชุมชนมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้การประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในการสร้างชิ้นงานเป็นแนวทางที่ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้มากที่สุด รองลงมาคือความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ทั้งนี้การที่นักเรียนมีค่าส่วนต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละความคิดสร้างสรรค์พัฒนาามากที่สุดนั้น อาจอธิบายได้จากการที่นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาและต้องคิดหาแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เช่น การเปลี่ยนวัสดุในการสร้าง หรือการปรับเปลี่ยนมุมการวางใหม่ แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติและทดลองซ้ำแล้วซ้ำเล่าในลักษณะนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในทางกลับกันเมื่อพิจารณาจากค่าส่วนต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละของความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์นั้นมีการพัฒนาน้อยที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากธรรมชาติของทักษะนี้ที่ต้องการความสามารถในการคิดหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ให้ได้ในหลายหมวดหมู่ที่แตกต่างกัน แม้สถานการณ์จะเป็นปลายเปิดแต่อาจจะมีปัจจัยในเรื่องเกี่ยวกับข้อจำกัดด้านเวลา วัสดุ หรือความรู้พื้นฐาน จึงทำให้นักเรียนเลือกที่จะทำตามแบบเดิมหรือปรับปรุงแนวคิดเดิมแทนที่การคิดหาทางใหม่ที่แตกต่างกันไปจากเดิม รวมถึงเกณฑ์การประเมินความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์อาจยากเกินไปสำหรับการพัฒนาในระยะเวลาอันสั้น การส่งเสริมให้นักเรียนคิดหลากหลายหมวดหมู่ที่ต่างกันน่าจะต้องอาศัยระยะเวลาในการส่งเสริมมากกว่านี้ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ สร้างสรรค์ผลงานที่ก้าวข้ามกรอบแนวคิดเดิม และมีความแปลกใหม่มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้อง

งานวิจัยของ สมรัก อินทิมลศรี และคณะ (2562) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการใช้แบบวัดที่มีข้อคำถามที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดกับองค์ความรู้และประสบการณ์เดิมได้ง่าย และการจะพัฒนาความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างสิ่งใหม่และเป็นประโยชน์ นักเรียนจึงต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ และฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง และจากงานวิจัยของ ธัญชนก ทาระเนตร (2564) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ยังกล่าวเพิ่มเติมอีกว่าจำนวนข้อคำถามและลักษณะของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นข้อสอบ มีผลต่อคะแนนความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากข้อสอบที่มีจำนวนข้อมากเกินไปอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ควรให้ความสำคัญกับการบริหารเวลาในแต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นที่ 2 ขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งจากการวิจัยพบว่าเป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องการเวลามากกว่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มไปใช้อาจต้องพิจารณาความเหมาะสมของเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด
2. งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดเรื่องความหลากหลายและจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จึงส่งผลต่อการแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นจึงเสนอให้มีการเตรียมอุปกรณ์ให้มีความหลากหลายและมีจำนวนมากขึ้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ผลงานได้อย่างเต็มที่

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการวิจัยผู้วิจัยพบว่า การทำงานร่วมกันเป็นทีมและบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาปัจจัยเชิงลึกที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) กับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. งานวิจัยนี้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยมีการวัดผลก่อนและหลังเรียน หากมีการวิจัยในครั้งต่อไปควรเพิ่มเติมการศึกษาในเชิงคุณภาพ เพื่อเจาะลึกถึงกระบวนการคิดและความรู้สึกรักของนักเรียนจากการสัมภาษณ์เชิงลึก การวิเคราะห์ผลงานนักเรียน หรือจากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จารีพร ผลมูล, สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, และ เกริก คักดีสุภาพ. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา)*, 3(2), 1–13.
- ัญชนก ทาระเนตร. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา].
- นัฐยา ทองจันทร์ และ พงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว. (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 7(1), 1–14.
- วรรณภา ธูวิทย์ และ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2566). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผนวกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์: PIEGA Model เรื่อง เคมีไฟฟ้า. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 6(1), 135–149. <https://doi.org/10.14456/jsse.2023.12>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *จาก STEM สู่ STEAM “สสวท. เผยผลงานด้าน STEAM ปี 2565 และแนวทางการดำเนินงาน ปี 2566”*. <https://www.ipst.ac.th/news/28262/20220608-stem.html>
- สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี, และ สิทธิพร ภัทรดิตรัตน์. (2562). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 410–429.
- อันฉรี ศิลาจิต. (2565). *การพัฒนาความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร].
- Aktamis, H., Permez, S., Can, T., & Ergin, O. (2008). *Developing scientific creativity test*. University of Dokuz Eylul. Fen Bolumu. <https://www.scribd.com/document/388763019/58-pdf>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage.
- Dippo, C., & Kudrowitz, B. (2015). The effects of elaboration in creativity tests as it pertains to overall scores and how it might prevent a person from thinking of creative ideas during the early stages of brainstorming and idea generation. In *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*. 57175, V007T06A007. <https://doi.org/10.1115/DETC2015-46789>

- Filipe, J., Baptista, M., & Conceição, T. (2024). Integrated STEAM education for students' creativity development. *Education Sciences*, 14(6), 676. <https://doi.org/10.3390/educsci14060676>
- Garcès, S. (2018). Creativity in science domains: A reflection. *Atenea (Concepción)*, 517(1), 241–253. <https://doi.org/10.4067/S0718-04622018000100241>
- Kim, B. H., & Kim, J. (2016). Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1909-1924. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1537a>
- Ozkan, G., & Umdü Topsakal, U. (2021). Exploring the effectiveness of STEAM design processes on middle school students' creativity. *International Journal of Technology and Design Education*, 31, 95–116. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09547-z>
- Partnership for 21st Century Skills. (2019). *Framework for 21st Century Learning Definitions*. Partnership for 21st Century Skills.
- Torrance, E. P. (1990) *Torrance Tests of Creative Thinking*. Scholastic Testing Service, Bensenville.