



การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถ
ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

The Development of Student Development Activities toward STEAM Education
Enhancing Students' Ability To Create The Innovative Boardgames
Among Junior High School Students

Received: May 7, 2024

Revised: June 14, 2024

Accepted: June 17, 2024

กัลยา จันทร์อัน*

Kanlaya Chaon

วิสูตร โพธิ์เงิน**

Wisud Po Ngern

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ 2) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ 3) เพื่อทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 3.1) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม 3.2) ผลการเรียนรู้ 3.3) ความคิดเห็นของนักเรียน และ 4) เพื่อประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ฯ วิจัยดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณและวิธีการเชิงคุณภาพ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัยที่ลงเรียนชุมนุมนักเรียนเคมีรุ่นเยาว์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แบบสอบถามความคิดเห็น 2) แบบสัมภาษณ์ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ 4) แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม 5) แบบวัดผลการเรียนรู้ และ 6) แบบประเมินความคิดเห็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า

1. การจัดการเรียนรู้ควรเริ่มจากการเล่นเกม เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ และนำไปสู่การออกแบบและสร้างบอร์ดเกม
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
3. การทดลองใช้ ดังนี้ 3.1) ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก 3.2) ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 3.3) ความคิดเห็นของนักเรียนแสดงถึงความชื่นชอบการจัดการเรียนรู้
4. แผนการจัดการเรียนรู้ ควรปรับปรุงแก้ไขในขั้นระบุปัญหา และขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา/ ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม/ บอร์ดเกม

* นักศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Master of Education Student Program in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Silpakorn University, Thailand

** อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Advisor, Assistant Professor Dr., Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education Silpakorn University, Thailand

Corresponding Author E-mail Address: chanon_k@su.ac.th



Abstract

The objectives of this research are 1) to study basic information and needs regarding learning management, 2) to develop learning management plans, 3) to experiment with learning management, as follows: 3.1) ability to create Board game innovation 3.2) learning outcomes 3.3) student opinions and 4) to evaluate and improve learning management. How to carry out research in the form of research and development using a mixed methods research method. By studying quantitative methods and qualitative methods. The target group includes middle school students. Samutsakhon Wittayalai School enrolled in the Young Chemist Assembly, Semester 1, Academic Year 2023, totaling 25 people. Research tools: 1) opinion questionnaire 2) interview form 3) learning management plan 4) innovation ability assessment form. 5) learning Outcome Measurement and 6) opinion Evaluation Form Data were analyzed using percentage, mean and standard deviation statistics.

The results of the research showed that:

1. learning management should begin with playing board games. Learn through practice and leads to design and board games
2. the overall learning management plan is at the most appropriate level
3. the trial is as follows: 3.1) the results of the evaluation of the ability to create innovative board games are at a very good level 3.2) the learning results after class are higher than before class, and 3.3) the opinions of students show their liking about learning management
4. learning management plan etc. Improvements should be made at the problem identification stage. and the process of designing methods to solve problems.

Keywords : STEM Education/ Innovation Ability/ Boardgames

บทนำ

โลกอนาคตเป็นพื้นที่สำหรับคนที่มีศักยภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรม (Creative and Innovation) ทุกสาขาอาชีพมีความต้องการบุคลากรที่มีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถแปลงความคิดสร้างสรรค์นั้นไปเป็นนวัตกรรมได้ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (Wongyai and Patphol, 2019: 1-2) ด้วยเหตุนี้การศึกษา มีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบในการพัฒนาของประเทศ โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ของแผนการศึกษาแห่งชาติที่กล่าวว่า “คนไทยทุกคนได้รับการศึกษา และเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21” จึงได้มีการวางเป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner Aspirations) โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แผนการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานสภาการศึกษา นอกระบบ กระทรวงศึกษาธิการ (Office of the Secretariat of Education Council Ministry of Education, 2017) ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมจึงเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นที่นักเรียนทุกคน



.....
ต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพและดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างสร้างสรรค์ ผู้สอนมีภารกิจพัฒนานักเรียนให้มีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล วิจัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (Wongyai and Patphol, 2019) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ที่เป็นรูปแบบการศึกษาแบบบูรณาการที่ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้และเข้าใจในเนื้อหาอย่างครอบคลุม ด้วยการสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด นำไปสู่การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ และแก้ไขปัญหาผ่านการลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้น ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งใน และนอกห้องเรียน (Yakman, 2008) ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ STEAM ของวิสูตร โพธิ์เงิน (Po Negrn, 2017: 320-334) ว่าเป็นแนวให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมของ นักเรียน เป็นการส่งเสริมการคิด ความสามารถที่หลากหลาย สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้หลากหลาย วิธี มุ่งสู่การมีทักษะทางวิชาการและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไปในความเป็นมาตรฐาน สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน เพื่อ ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์หุ่นกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประจักษ์ ชือสัตย์ (Suesat, 2020) และผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ณัฐพงษ์ เทศทอง (Testong, 2022) พบว่า นอกจากจะมีการนำแนวการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการ เรียนรู้แล้วยังนำแนวทางการจัดการเรียนรู้มาช่วยในการพัฒนาทักษะและกระบวนการต่าง ๆ โดยเฉพาะในเรื่อง ของการสร้างสรรค์ผลงาน ตลอดจนการสร้างนวัตกรรมใหม่ อันช่วยเสริมสร้างความเป็นนวัตกรรมต่อไป

บอร์ดเกมเป็นเกมที่ผู้คิดค้นออกแบบให้ผู้เล่นวางหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายใต้กฎกติกาที่มีอยู่ อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เล่นรู้สึกตื่นเต้นสนุกสนาน ช่วยผ่อนคลายความเครียด อีกทั้งยังส่งเสริมพัฒนาการทั้งด้าน ร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา การเรียนรู้ที่เกิดจากการเล่นจะช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้อย่าง รวดเร็ว ทิศนา ขัมมณี (Khaemmanee, 2023); สุคนธ์ สินธพานนท์ (Sinthaphanon, 2008) และ อรรถเศรษฐ์ ปรีดากรณ์ (Preedakorn, 2014) ดังนั้นหากนำแนวคิดสะเต็มศึกษา มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนและ ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาบูรณาการในการสร้างนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม โดยใช้ ความรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการแก้ไขปัญหา สร้างผลงานด้วยหลักการทางวิศวกรรม นำศิลปะมาออกแบบและสร้างผลงานให้มีคุณค่าและใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยเติมเต็มในการสร้างสรรค์และจัดการ องค์ความรู้จนได้เป็นผลงานหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นอันเกิดจากการ สร้างนวัตกรรม สุภัค โอฬาริยกุล (Orapiriyakul, 2019: 1-16)

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนนั้น สถานศึกษาควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการ พัฒนาตนเองอย่างรอบด้านอย่างเต็มศักยภาพตามความสนใจ ความถนัด และความต้องการที่เหมาะสมกับวัย ของนักเรียน ดังนั้นหากมีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมด้านการสร้างนวัตกรรมแก่นักเรียน โดย เน้นกระบวนการคิด การบูรณาการความรู้และทักษะต่าง ๆ ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมตลอดจนการสร้างสรรค์ผลงานและนวัตกรรม ที่นักเรียนสนใจด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน อันจะช่วยเพิ่มคุณค่าและพัฒนา การเรียนรู้ของนักเรียนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากเหตุผลดังกล่าวมาผู้วิจัยมีความสนใจพัฒนา



.....
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เพื่อทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในประเด็นต่อไปนี้
 - 3.1 เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 - 3.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 - 3.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
4. เพื่อประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

ทฤษฎีหลักการและแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นรูปแบบการศึกษาแบบบูรณาการโดยมีรายวิชา 5 รายวิชา มีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ช่วยส่งเสริมให้มีการสืบเสาะแสวงหาความรู้ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องเรียนตลอดเวลา เน้นการวางแผนแบบร่วมมือ การเชื่อมโยงบทเรียน ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาทั้งในการเรียนและชีวิตจริงได้ รวมทั้งมีการประเมินตามสภาพจริงผ่านผลงานที่แสดงออกในแต่ละช่วงการเรียนรู้ ประกอบช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังการเรียนรู้ เพื่อนำทางผู้เรียนไปสู่การพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Riley, 2014; Riley, 2016) วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (Issarasena, 2016); วิสูตร โพธิ์เงิน (Po Negrn, 2017); ฅนอมขวัญ วิบูลย์ธนาสาร (Wiboonatanasarn, 2018) และ พงศกร พรหมทา (Promta, 2018) และจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษากับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) พบว่ามีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา

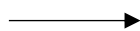


.....
(Problem Identification) 2) รวบรวมข้อมูล และแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/ แก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) จากหลักการแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงกำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ระบุปัญหา
- 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา
- 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
- 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน



- 1) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม
- 2) ผลการเรียนรู้
- 3) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R and D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) และวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (R₁: Research) : ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการ

1. วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และบอร์ดเกม
3. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



.....
โดยการสอบถามความคิดเห็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์ เกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล

4. ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รองผู้อำนวยการสถานศึกษา กลุ่มบริหารงานวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี ที่มีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ และมีอายุการสอน 10 ปีขึ้นไป เพื่อร่วมกันให้ข้อมูลความคิดเห็นในด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมิน

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (D₁: Development) : พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

1. นำแนวคิด ทฤษฎี และความคิดเห็นจากขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการมาดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านบอร์ดเกมจำนวน 1 คน ตรวจสอบคุณภาพด้วยการประเมินโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ คือ มีความเหมาะสมมากที่สุด, มีความเหมาะสมมาก, มีความเหมาะสมปานกลาง, มีความเหมาะสมน้อย และมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3. ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 3 (R₂: Research) : ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้

1. ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์-เคมี ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ดำเนินการวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนด้วยแบบวัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง จำนวน 15 สัปดาห์ รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ผ่านกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ในการทำงาน เชื่อมโยงความรู้สู่การลงมือสร้างนวัตกรรม ผ่านการบูรณาการความรู้ระหว่าง 5 สาขาวิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics)

1.3 ดำเนินการวัดและประเมินผลความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม ผลการเรียนรู้และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้



.....
ขั้นตอนที่ 4 พัฒนา (D2: Development) : ประเมินผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. นำข้อมูลจากขั้นที่ 3 ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ประมวผล เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้
2. ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม, ผลการเรียนรู้เรื่องความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์และเหมาะสมในการนำไปใช้

กลุ่มเป้าหมาย

เป็นนักเรียนกำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ลงเรียน “กิจกรรมชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์” โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ตำบลมหาชัย อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถามความคิดเห็นข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและความต้องการ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นแบบปลายเปิด ที่เกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ จำนวน 2 ข้อ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 1 ข้อ ด้านสื่อการสอน จำนวน 1 ข้อ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 7 ข้อ
2. แบบสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ชนิดมีโครงสร้าง (Structured Interview) สำหรับสัมภาษณ์ผู้บริหารสถานศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี เกี่ยวกับความคิดเห็นในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ประเด็นสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านเนื้อหาสาระ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล รวมทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ และ ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม จำนวน 1 ข้อ
3. แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตรวจสอบคุณภาพด้วยการประเมินโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\mu = 4.59$, $\sigma = 0.16$)
4. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic Scoring Rubric) มีองค์ประกอบการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ และ 5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา และมีระดับการให้คะแนน 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และควรปรับปรุง โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยผลจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 0.80



5. แบบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี ทั้งแบบปรนัยและอัตนัย โดยแบบปรนัยเป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดค่าคะแนนที่ได้ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 15 ข้อ และแบบอัตนัย เขียนอธิบายคำตอบ จำนวน 1 ข้อ รวมทั้งหมด 16 ข้อ โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยผลจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 0.80

6. แบบสอบถามความคิดเห็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นแบบปลายเปิด มี 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบคำถาม ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 5 ประเด็นคำถาม และ ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยผลจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ พบว่า แผนการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

1. ด้านเนื้อหาสาระ นักเรียนควรเกิดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับบอร์ดเกมและเนื้อหาหลักครบถ้วนตรงตามหลักสูตรของรายวิชา

2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นความสนใจและทำความรู้จักบอร์ดเกมผ่านการเล่นเกม ตามด้วยได้รับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาผ่านการเรียนที่เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมและนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีการนำความรู้ในรายวิชามาประยุกต์ใช้จนประสบความสำเร็จผ่านกระบวนการทำงานกลุ่ม

3. ด้านสื่อการสอน นักเรียนควรได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลาย

4. ด้านการวัดและประเมินผล นักเรียนได้รับการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมผ่านกระบวนการทำงานและผลงานที่ปรากฏ โดยครูผู้สอนรายวิชา ตนเอง และเพื่อนในชั้นเรียน

2. ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 1 แสดงการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ชั่วโมงที่	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้
1. ระบุปัญหา	1-3	เริ่มต้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนผ่านการเล่นเกม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เพื่อวิเคราะห์และกำหนดขอบข่ายความรู้บูรณาการ 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์



ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ชั่วโมงที่	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	4-6	รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางสำหรับแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	7-8	เริ่มต้นด้วยการสำรวจความต้องการของเพื่อนในห้องเรียน เพื่อศึกษาความต้องการพื้นฐานสำหรับออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมทางวิทยาศาสตร์ตามหลักการออกแบบของ Tinsman (2008) ที่ให้ทั้งความสนุกสนานและให้ความรู้แก่ผู้เล่นบอร์ดเกม
4. วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา	9-10	ดำเนินการสร้างต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมอย่างง่ายตามที่ได้ออกแบบไว้ และเริ่มทดสอบคุณภาพภายในกลุ่ม เพื่อประเมินข้อจำกัดของบอร์ดเกมในเบื้องต้น
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ	11-13	ทดสอบคุณภาพของต้นแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น ด้วยการทดลองเล่นบอร์ดเกมตั้งแต่เริ่มต้นจนจบเกมภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อประเมินผลและเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงพัฒนาให้ต้นแบบบอร์ดเกมมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จากนั้นดำเนินการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมฉบับสมบูรณ์ ประกอบด้วย ตัวเกม กฎกติกา และกล่องหรือบรรจุภัณฑ์ของบอร์ดเกมตามความถนัดของนักเรียน
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	14-15	นำเสนอนวัตกรรมบอร์ดเกมที่ตนเองสร้างขึ้นแก่ครูและเพื่อน จากนั้นเพื่อนและครูร่วมแสดงความคิดเห็นและให้คำแนะนำกับนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอ เพื่อเป็นกำลังใจและเสนอแนะแนวทางการพัฒนานวัตกรรมบอร์ดเกมของตนเองให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

3. ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้

3.1 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ตาราง 2 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม

ความสามารถ ในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม	กลุ่มที่					สรุปรายด้าน		
	1	2	3	4	5	μ	σ	แปลผล
1) การระบุปัญหา	4	4	4	3	3	3.60	0.55	ดีมาก
2) การสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่	4	3	3	4	3	3.40	0.55	ดี
3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น	4	4	4	4	4	4.00	0.00	ดีมาก
4) การสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ	4	3	4	4	3	3.60	0.55	ดีมาก
5) การสร้างกรอบความรู้สะเต็มศึกษา	4	4	4	4	4	4.00	0.00	ดีมาก
สรุปรายกลุ่ม	4.00	3.60	3.80	3.80	3.40	3.72	0.27	ดีมาก



3.2 ผลการประเมินผลการเรียนรู้

ตาราง 3 ผลการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ผลการเรียนรู้	N	Min	Max	μ	σ
ก่อนเรียน	25	9	15	12.56	1.53
หลังเรียน	25	16	20	18.12	1.59

3.3 ความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกแสดงถึงความชื่นชอบแนวทางการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนมีความสุขสนุกสนานจากการเล่นเกมต่าง ๆ ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ผ่อนคลาย ไม่เครียด แต่ยังได้รับความรู้ครบถ้วน และนักเรียนแต่ละคนยังได้แสดงศักยภาพที่ตนเองถนัดผ่านการบูรณาการความรู้ทั้ง 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม ตลอดจนตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานร่วมกับผู้อื่นจนประสบความสำเร็จ ซึ่งถือเป็นความท้าทายใหม่ ๆ ที่นักเรียนได้รับ

4. ผลการประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 4 การปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการสอน	ชั่วโมงที่สอน	สิ่งที่ควรที่ปรับปรุง
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	ชั่วโมงที่ 2	ควรจัดหาสื่อการเรียนการสอนที่เป็นบอร์ดเกมให้มีความหลากหลาย
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ชั่วโมงที่ 7-9	- ควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน - ควรเพิ่มหัวข้อ “ขนาดของบอร์ดเกม” ในใบงานที่ 3

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการจัดกิจกรรมพัฒนานผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ลงเรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมชนนักเคมีรุ่นเยาว์ และผู้ที่เกี่ยวข้องต้องการให้แผนการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล มีลักษณะคือนักเรียนควรได้รับการกระตุ้นความสนใจและทำความเข้าใจกับบอร์ดเกมผ่านการเล่นเกมตามด้วยได้รับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนที่เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลาย และนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีการนำความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้จนประสบความสำเร็จ ผ่านการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ตนเอง และเพื่อนในชั้นเรียนเป็นผู้ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมผ่านกระบวนการทำงานและผลงานที่ปรากฏ



.....

2. ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและผลการทดลองใช้ (Try Out) มาใช้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีความคิดแปลกใหม่ และด้านการวัดและประเมิน โดยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหาขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และ ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

3. ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า

3.1 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก

3.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นในเชิงบวกแสดงถึงความชื่นชอบแนวทางการจัดการเรียนรู้

4. ประเมินผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ควรพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ชั่วโมงที่ 2 โดยการปรับกิจกรรมการเรียนรู้และควรจัดหาสื่อการเรียนการสอนที่เป็นบอร์ดเกมให้มีความหลากหลาย และขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ชั่วโมงที่ 7 – 8 โดยควรให้เวลานักเรียนในการร่วมกันคิดวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถนำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ดังประเด็นต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นความสนใจและทำความเข้าใจกับบอร์ดเกมผ่านการเล่นเกม ตามด้วยได้รับความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาผ่านการเรียนที่เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลาย และนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีการนำความรู้ในรายวิชามาประยุกต์ใช้จนประสบความสำเร็จ ผ่านการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีครูผู้สอนรายวิชา ตนเอง และเพื่อนในชั้นเรียนเป็นผู้ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมผ่านกระบวนการทำงานและผลงานที่ปรากฏ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพได้นั้น ควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ซึ่งการทำความรู้จักกับบอร์ดเกมผ่านการเล่นเกม จะทำให้นักเรียนได้รู้จักกับบอร์ดเกมอย่างถ่องแท้



.....
และเมื่อนักเรียนได้รับความรู้ในส่วนหนึ่งของเนื้อหาหลักของรายวิชาแล้ว นำความรู้ทั้งสองส่วนมาบูรณาการเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผ่านกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาจนประสบความสำเร็จ โดยมีครูคอยให้คำแนะนำตลอดจนอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ และได้รับการประเมินผลงานนวัตกรรมบอร์ดเกมอย่างหลากหลายทั้งในส่วนของผลงานและใบงานจากครูผู้สอน ตนเอง และเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ (Yakma, 2008) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการศึกษาแบบบูรณาการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาอย่างครอบคลุมด้วยการสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด นำไปสู่การออกแบบเชิงสร้างสรรค์และแก้ไขปัญหาผ่านการลงมือทำสอดคล้องกับ สุภัก โอพาพิริยกุล (Orapiriyakul, 2019) ที่กล่าวว่า การนำแนวคิด STEAM EDUCATION มาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนเป็นการตอบโจทย์ความต้องการของการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหาการบูรณาการและประยุกต์สิ่งต่าง ๆ จนเกิดเป็นผลลัพธ์หรือผลผลิตของกระบวนการทำงาน และสอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (Khaemmanee, 2023) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจะประสบความสำเร็จได้มากขึ้นอยู่กับบทบาทของครู ซึ่งจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนบทบาทของตนเอง โดยครูต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน ให้คำปรึกษา ชี้แนะนักเรียน เกื้อหนุนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ ในด้านการประเมินผลการเรียนรู้นั้นจำเป็นต้องมีการประเมินทั้งด้านผลงานและกระบวนการ

2. ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด เนื่องจากได้นำข้อมูลผลการศึกษาค้นคว้าพื้นฐานและความต้องการในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งการศึกษาแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำไปสู่การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการและความสนใจของนักเรียน สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน มีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมผ่านการทำงานกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีกระบวนการคิด วางแผน แก้ไขปัญหาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการพัฒนา/แก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ (Riley, 2016) และ เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ (Chanintarapum, 2020) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจนนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมได้

3. ผลการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า



.....

3.1 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม มุ่งให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้สาระวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์เพื่อสร้างนวัตกรรม ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันสำรวจตรวจสอบ กำหนดเป้าหมาย เชื่อมโยงความรู้ สร้างความเข้าใจผ่านกระบวนการคิดและการวางแผนอย่างเป็นระบบ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม นำไปสู่ความสำเร็จในการสร้างสรรค์นวัตกรรม สอดคล้องกับ อวิศยา สันคม (Sankhom, 2023) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ การให้นักเรียนได้ปฏิบัติและใช้ทักษะนี้ให้มากที่สุด จึงต้องมีการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการข้ามสาขาวิชา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเรื่องใกล้ตัวได้ และจากผลการวิจัยพบว่า ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกสิทธิ์ ชินินทรภูมิ (Chanintarapum, 2020) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่าหลังใช้รูปแบบ “6Ds Model” นักเรียนมีทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เริ่มต้นด้วยการกำหนดประเด็นปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิด ตัดสินใจ และนำไปสู่การแก้ปัญหบนพื้นฐานการเชื่อมโยงความรู้อย่างรอบด้านผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้ที่เป็นเนื้อหาหลักของรายวิชาวิทยาศาสตร์ มาบูรณาการในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมจนประสบความสำเร็จ ทำให้นักเรียนสามารถจดจำ และมีความเข้าใจในบทเรียนอย่างถ่องแท้ ดังนั้นนักเรียนจึงมีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ นัยนา ถาวรายุศม์ (Tharvarayus, 2022) ที่กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ว่ามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และวัฒนธรรม สังคม และภาษาของวิกโกทสกี (Vygotsky) ที่เน้นให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน มีโอกาสในการสร้างความรู้ โดยมีการเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิม เข้ากับประสบการณ์ที่กำลังมีส่วนร่วมในปัจจุบันไปพร้อมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับบริบทรอบตัว โดยต้องอาศัยความคิดความจำ และการลงมือปฏิบัติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ อิศนพงษ์, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และสมศิริ สิงห์ลพ (Issanapong, Chaiprasert and Singlop, 2021) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับ ญัฐพงษ์ เทศทอง (Testong, 2022) ที่ได้ใช้ศิลปะในการสร้างสรรค์ออกแบบชิ้นงานผ่านแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM และพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับ



.....
สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี และ สิทธิพร ภัทรดิตรัตน์ (Intavimolsri, Kaewdee and Pattaradilokrat, 2019) ได้ศึกษาผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในระดับดี

3.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกแสดงถึงความชื่นชอบแนวทางการจัดการเรียนรู้ ด้านผลงานนวัตกรรมบอร์ดเกม ด้านเนื้อหาสาระ ด้านบรรยากาศในการเรียน และด้านประโยชน์ที่ได้รับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการจัดกิจกรรมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกเรียนและได้กับการพัฒนาตามความสนใจและความถนัดของนักเรียนอย่างเต็มศักยภาพ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน เรียนรู้ผ่านกระบวนการปฏิบัติจริง มีอิสระในการคิดและตัดสินใจ มีความสนุกสนานจากการเล่นเกมต่าง ๆ ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ผ่อนคลายไม่เครียด และยังได้รับความรู้ครบถ้วน อีกทั้งยังได้แสดงศักยภาพที่ตนเองถนัดผ่านการบูรณาการความรู้ทั้ง 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม เกิดความภาคภูมิใจในผลงาน ตลอดจนตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานร่วมกับผู้อื่นจนประสบความสำเร็จ ซึ่งถือเป็นความท้าทายใหม่ ๆ ที่นักเรียนได้รับ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กล่าวว่า กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองตามศักยภาพ พัฒนาอย่างรอบด้าน เพื่อความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข สอดคล้องกับ ญัฐพงษ์ เทศทอง (Testong, 2022) ได้จัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ ญชชา เจริญชนะกิจ (Charoenchanakit, 2022) ที่กล่าวว่า การนำบอร์ดเกมมาใช้ในการเรียนการสอนมีประโยชน์เพิ่มเติมจากการใช้เกมรูปแบบปกติ โดยสามารถสร้างความร่วมมือและปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้ดีกว่า ผู้เล่นได้ปฏิบัติจริง และสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของ ทิศนา ข้ามมณี (Khaemmanee, 2023) กล่าวว่า ในการสอนครูต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญและช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับนักเรียนและประโยชน์สูงสุดของนักเรียนควรจะได้รับ

4. ประเมินผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า จากการนำข้อมูลจากขั้นที่ 3 (R2: Research) : ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ประมวลผล เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ โดยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด วิเคราะห์ และสร้างสรรค์ อันนำไปสู่ความสามารถในการสร้างแนวทางคิดหรือแนวทางใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ อีสณพงษ์, ภัทรกร ชัยประเสริฐ และ สมศิริ สิงห์ลพ (Issanapong, Chaiprasert and Singlop, 2021) โดยการใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง การคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ และการคิดสร้างสรรค์ พร้อม ๆ กับสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนควรได้รับการฝึกฝน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการ



.....
แก้ปัญหาระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งจัดหาสื่อการสอนที่มีความหลากหลาย เพื่อช่วยเสริมประสบการณ์ให้นักเรียนอย่างหลากหลายและจุดประกายความคิด เป็นพื้นฐานนำไปสู่การออกแบบนวัตกรรมได้อย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับจินตวิรั คล้ายสังข์ (Klaisang, 2017) ที่กล่าวว่า การใช้สื่อการเรียนรู้ที่ตรงกับพื้นฐาน ความต้องการ และเหมาะสมกับลักษณะของนักเรียนมากที่สุดจะช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ และเกิดความพึงพอใจแก่นักเรียน การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างความรู้จากประสบการณ์และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นเข้ากับความรู้เดิมที่ตนมีอยู่จนเกิดเป็นโครงสร้างความรู้ใหม่ขึ้น ดังนั้นหากพัฒนาปรับปรุงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้านการสร้างแนวคิดหรือแนวทางใหม่ ตลอดจนจัดหาสื่อการสอนบอร์ดเกมที่มีความหลากหลาย ตรงตามความสนใจของนักเรียน จะทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรเตรียมสื่อการสอนบอร์ดเกมอย่างหลากหลาย เพื่อเป็นช่องทางให้นักเรียนได้ทำความรู้จักบอร์ดเกม และครูควรติดตามความคืบหน้าของผลงานนักเรียนเป็นระยะ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อจุดประกายความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมที่มีเอกลักษณ์และแปลกใหม่ และครูควรอำนวยความสะดวกให้นักเรียนสำหรับการสร้างและออกแบบนวัตกรรมบอร์ดเกมด้วยการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ให้นักเรียนได้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของนวัตกรรมบอร์ดเกมที่นักเรียนได้ออกแบบไว้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ต้องใช้ระยะเวลาปฏิบัติกิจกรรมนาน ดังนั้นควรมีการกำหนดเวลาที่เหมาะสม และถ้าต้องการส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกม (นักรออกแบบบอร์ดเกม) อาจจะต้องจัดกิจกรรมมากกว่า 1 รอบของขั้นตอนการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมบอร์ดเกมทางการศึกษาในเนื้อหาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เกี่ยวกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น



.....
References

- Chanintarapum, A. (2020). *The Development of Instructional Model Base on STEAM to Enhance Technological Innovation Creativity Skills Of Secondary Students*. [Doctoral of dissertation]. Silpakorn University. (in Thai)
- Charoenchanakit, N. (2022). The Guidelines for Developing Board Game to Promote Effective STEAM Instruction Design and Educational Board Game Design Canvas. *Journal of Education Studies Chulalongkorn University*, 50(4), 1-14. (in Thai)
- Intavimolsri, S., Kaewdee, S., and Pattaradilokrat, S. (2019). Effects of Using the STEAM Education Approach in Biology on Scientific Creativity and Learning Achievement of Tenth Grade Students. *Journal of Education Studies, Chulalongkorn University*, 47(2), 410-429. (in Thai)
- Issanapong, S., Chaiprasert, P., and Singlop, S. (2021). *STEAM Education Approach On Learning Achievement Scientific Creativity And Attitude Toward Chemistry For Grade 10 Students. MBU Education Journal : Faculty of Education Mahama*, 9(1), 37-47. (in Thai)
- Issarasena, W. (2016). *Things to know about STEM Education (STEM Education)*. (1st ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Khaemmanee, T. (2023). *Teaching Science: Knowledge for Organizing an Effective Learning Process*. (26th ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Klaisang, J. (2017). *Systematic Production and use of Media for Learning in the 21st*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Office of the Secretariat of Education Council Ministry of Education. (2017). *National Education Plan 2017-2036*. (1ST ed.). Phrik Wan Graphic Co.,Ltd. (in Thai)
- Orapiriyakul, S. (2019). STEAM EDUCATION: Innovative Education Integrated into Learning Management. *Journal of Research and Curriculum Development*, 9(1), 1-16. (in Thai)
- Po Negrn, W. (2017). STEAM, Arts for STEM Education: Improvement in Perception, Capacity and Inspiration for Children. *Journal of Education Studies*, 45(1), 320-334. (in Thai)
- Preedakorn, A. (2014). *DESIGN A BOARDGAME TO STUDY COLOURCIRCLE FOR STUDENTS IN GRADE 6*. [Masters's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Promta, P. (2018). *Development of STEAM Education Activityon "Chemical Bonding: Waterproof Cotton "To Enhance Creative Thinking And Innovation Skills For High School Students*. [Masters's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Riley, S. (2014, January 8). *How to STEAM: The STEAM Process*. <http://educationcloset.com/steam/how-to-steam/>.



-
- Riley, S. (2016, December 2). *6 Steps to Creating a STEAM- Centered Classroom*.
<http://educationcloset.com/steam/how-to-steam/>.
- Sankhom, A. (2023). The Development of Creativity and Innovation Skills and Attitude Towards Learning Management Based on STEAM Education of High School Students. *Western University Research Journal of Humanities and Social Science*, 9(2), 237-250.
- Sinthaphanon, S. (2008). *Innovative Teaching and Learning to Develop the Quality of Youth*. (2nd ed.). Printing House 9119 Technical Printing. (in Thai)
- Suesat, P. (2020). *The Development Of Learner's Development Activities Based On STEAM Education And Project Based Learning To Enhance Innovator And Poppet Creation For Junior High School Students*. [Masters's thesis]. Silpakorn University. (in Thai)
- Testong, N. (2022). *The Effective Of Science Learning Based On The STEAM Education To Promote The Ability Of Innovation And Attitude Towards Science*. [Masters's thesis]. Silpakorn University. (in Thai)
- Tharvarayus, N. (2022). Constructivism In Enhancign Englist Skills In Century 21st For Elementary School. *Srinakharinwirot Academic Journal of Education*, 23(1), 222-237. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014, March 5). *Documents for organizing learning activities Know STEM*. <http://www.stemedthailand.org/wpcontent/uploads/2015/03/Intro-to-STEM.pdf>.
- Wiboontanasarn, T. (2018). *Development of STEAM Education Activity Package On Chemical Bond To Enhance 21st Century Skills On Learning And Innovation For High School*. [Masters's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Wongyai, W., and Patphol, M. (2019). *Developing Innovation Skills*. (1ST ed.). Insane Center Curriculum and learning innovation. (in Thai)
- Yakman, G. (2008, June 9). STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education. [https://www.academia.edu/8113795/STEAM Education an overview of creating a model of integrative education](https://www.academia.edu/8113795/STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education)