



Research Article

The Developing Students' Creative Thinking Using 6E Learning based on the STEM BCG for Education for Grade-9 Students

Wuttichai Phoodee^{1,*} Chitchanok Sompita¹ Adul bootdeevong¹ Tewin Wadeesirisak¹
Kassara Udomdechawet¹ and Tusanee UTaisan¹

¹Chumchon Bankampok Thadokkaew School, Tha Champa, Tha Uthen District, Nakhon Phanom Province, Thailand.

*Email: w.phoodee@gmail.com

Received <8 October 2023>; Revised <31 December 2023>; Accepted <10 January 2024>

Abstract

The purposes of this research were to develop students' creative thinking using 6E learning based on the STEM BCG for education, and to examine students' attitudes towards the 6E learning. The target group used in the research was grade-9 students studying in the first semester of the academic year 2023, total 26 students. The research instruments were 1) innovative STEM BCG-based learning activities on the topic of ECO printing, consisting of 7 innovations with a total duration of 20 hours, 2) the creative thinking assessment for students, and 3) the questionnaire on students' attitudes toward using 6E Learning, consists of 20 items. In this research, there were two cycles of classroom action research. The statistics used in the data analysis consisted of percentages, mean, standard deviation, and comparison with the quality criteria. The results showed that the implementation of 6E Learning activities based on the STEM BCG for Education has the capability to enhance students' creative thinking, elevating it from a satisfactory level (mean 1.98) to a good level (mean 2.52). These students collaboratively engaged in the development of products from Handmade weaving, an original community product. They utilized creative thinking to design and create new products, analyzed, and solved problems, and devised marketing plans. The outcome was a suitable product that added value to the original product. 2) Students have positive attitudes towards 6E learning activities based on the STEM BCG for education at an agreed level ($\bar{x}$ = 4.20, SD = 0.58).

Keywords: Creative thinking, STEM BCG for education, Attitude.

บทความวิจัย

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วุฒิชัย ภูติ^{1*} ชิตชนก สมปิตะ¹ อุดลย์ บุตติวงศ์¹ เทวินทร์ วศิริศักดิ์¹ เกศรา อุดมเดชาเวทย์¹ และ ทศนีย์ อุทัยแสน¹

¹โรงเรียนชุมชนบ้านคำพอกท่าดอกแก้ว ตำบลท่าจำปา อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม

*Email: w.phoodee@gmail.com

รับบทความ: 8 ตุลาคม 2566 แก้ไขบทความ: 31 ธันวาคม 2566 ยอมรับตีพิมพ์: 10 มกราคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา และเพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) นวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา เรื่อง ผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ จำนวน 7 นวัตกรรม ใช้เวลา 20 ชั่วโมง 2) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และ 3) แบบสอบถามเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา จำนวน 20 ข้อ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนประกอบด้วย 2 วงจรปฏิบัติการ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเทียบกับเกณฑ์คุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เพิ่มขึ้นจากระดับพอใช้ (ค่าเฉลี่ย 1.98) เป็นระดับดี (ค่าเฉลี่ย 2.52) ซึ่งนักเรียนสามารถร่วมกันพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าฝ้ายทอมือที่เป็นผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมของชุมชน โดยการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ มีการวิเคราะห์แก้ปัญหาและวางแผนการตลาด จนได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมและสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ได้ และนักเรียนมีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X}$ =4.20, SD= 0.58)

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์ สะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา เจตคติ

บทนำ

เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy หรือ BCG economy Model) คือ โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทยไปสู่รูปแบบใหม่ที่เป็นกฎเกณฑ์สำคัญในการขับเคลื่อนและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2564 โดยมีความสอดคล้องและเชื่อมโยงโดยตรงกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ที่หลายประเทศทั่วโลกยึดถือภายใต้การสนับสนุนขององค์การสหประชาชาติ เป็นกลยุทธ์ในการกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศบนพื้นฐานของการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ช่วยกระจายรายได้สู่ชุมชน และลดการทำลายสิ่งแวดล้อมและยังทำให้ผู้ประกอบการตื่นตัวในการแสวงหาความรู้ใหม่เพื่อต่อยอดสินค้าให้สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ (Office of Knowledge Management and Development, 2023) โดย BCG economy Model ประกอบด้วย 3 มิติ ได้แก่ 1) เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรชีวภาพเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมมาสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับทรัพยากรทั้งการผลิตสินค้า บริการและการรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม 2) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) มุ่งเน้นการนำวัสดุต่าง ๆ กลับมาใช้ประโยชน์อย่างสูงสุดและสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรโดยนำกลับมาใช้ประโยชน์ตลอดจนการลดขยะและของเสีย และ 3) เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) มุ่งเน้นความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า (Phoodee, 2023) ซึ่งสอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการศึกษาแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579 ได้กำหนดวิสัยทัศน์ ไว้ว่า คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข โดยมีจัดระบบการศึกษาที่มีความยืดหยุ่น หลากหลายและตอบสนองความต้องการของนักเรียนเพื่อยกระดับขั้นของสังคม ภายใต้ระบบเศรษฐกิจฐานความรู้ที่เอื้อต่อการสร้างสังคมแห่งปัญญาและการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ (Office of the Education Council, 2017) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเป็นความสามารถทางสมองของมนุษย์ที่ทำให้มีการพิจารณาไตร่ตรอง แก้ปัญหา หาทางเลือกคิดค้นและประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ที่มีคุณค่า ซึ่งเป็นความคิดที่เกิดจากการทำงานของสมองด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน (Chuelooppo, Bongkotphet and Warangkanagool, 2018) และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สามารถฝึกในวัยที่สมองกำลังเติบโตยิ่งจะทำให้เกิดความคิดและจินตนาการสูง ซึ่งการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย หนึ่งในปัจจัยที่สำคัญคือแนวทางการจัดการเรียนรู้ ต้องมีการส่งเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ภายในและภายนอกห้องเรียนทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดจากกิจกรรมที่หลากหลาย (Vongpralub, 2010) สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและหลักการตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ” (Ministry of Education, 2003) โดยความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้ 1) ความคิดคล่อง 2) ความคิดริเริ่ม 3) ความคิดยืดหยุ่น และ 4) ความคิดละเอียดลออ ซึ่งเป็นทักษะการคิดที่นักเรียนต้องมีและใช้ในการพัฒนาตนเองและสังคมในการขับเคลื่อนผ่านการสร้างชิ้นงานและผลิตภัณฑ์ให้ตอบโจทย์การภาคเศรษฐกิจ (Pongsupan, Sinlarat and Kiewkor, 2019; Insupan and Nuangchalerm, 2020) ดังนั้นครูผู้สอนต้องมีการบูรณาการในการจัดการเรียนรู้แบบสหวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เกิดความคิดสร้างสรรค์และสามารถเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละวิชามาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่บูรณาการสหวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์ปัญหาในชีวิต หรือเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของนักเรียน (Supap, 2018) มาการออกแบบกิจกรรมและสร้างความท้าทายให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ ทักษะ และสมรรถนะ (Tupsai, 2021; Phoodee, 2023) การจัดการเรียนรู้ 6E Learning เป็นแนวทางหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาที่ได้รับ การพัฒนามาจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหรือ 5E instructional model ของ Bybee (1997) โดยมีการเพิ่มด้วยขั้นวิศวกรรม (Engineering) และขั้นปรับปรุง (Enrich) แทนขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการในชั้นเรียนเอง เป็นการผสมผสานให้เกิดการเรียนรู้ในกิจกรรมที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ปรับประยุกต์ใช้ความรู้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และสามารถพัฒนาทักษะต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ (Burke, 2014; Seeprasong, Prakongsup and Puckdee, 2021) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phoodee (2023) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับโมเดลเศรษฐกิจบีจีจี สามารถพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียนได้ สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ช่วยให้นักเรียนทำงานเป็นทีมอย่างเป็นระบบ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกในสิ่งที่ถูกต้อง และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน รวมทั้งยังเป็นการปลูกจิตสำนึกให้นักเรียนภูมิใจและรักวิชาวัฒนธรรมและภูมิปัญญาในท้องถิ่นของตนเอง

และงานวิจัยของ Ruengrung (2022) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มปีซีจี เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ และงานวิจัยของ Yokyong and Pitipornatapin (2019) พบว่าการจัดการเรียนรู้ 6E Learning กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนและกิจกรรมที่หลากหลายทักษะการโต้แย้งที่เพิ่มขึ้นจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและสร้างความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถนำความรู้ร่วมแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นเรียนและนำมาใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีในการเรียน และงานวิจัยของ Jongluecha and Worapun (2022) พบว่า การจัดการเรียนรู้ 6E Learning ตามแนวคิดสตรึมศึกษาช่วยพัฒนาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานโดยรวมอยู่ในระดับ ดี ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษาเป็นแนวทางที่น่าสนใจและสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ซึ่งมีความแตกต่างกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแบบเดิมที่ให้นักเรียนเรียนรู้ตามกิจกรรมที่ครูอบรมมาจากส่วนกลางเท่านั้น แต่แนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษาจะใช้ลักษณะของสถานการณ์กิจกรรมต้องการนำบริบทท้องถิ่น ชุมชน และวัฒนธรรมสังคมที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจปีซีจีและต้องเป็นสถานการณ์ที่นำไปสู่ปัญหาเชิงวิศวกรรมที่เน้นแก้ปัญหาผ่านการพัฒนานวัตกรรมที่ตอบโจทย์บริบทจริงในชุมชนมาเป็นโจทย์หรือสถานการณ์สำหรับนักเรียนจะทำให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

จากการสังเกตชั้นเรียนในรายวิชาสะเต็มศึกษาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในเขตอำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม พบว่านักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์ สังเกตได้จากนักเรียนไม่สามารถคิด หรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ออกแบบชิ้นงานคล้ายๆกัน และไม่มีการคิดค้นสิ่งที่แปลกใหม่หรือวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ได้ในการแก้ปัญหาตามภารกิจที่ครูมอบหมายได้ นอกจากนี้ นักเรียนไม่สามารถคิดได้หลากหลาย แปลกใหม่ รวดเร็ว และกำหนดรายละเอียด พร้อมอธิบาย ถึงวิธีการสร้างชิ้นงานได้ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปใช้ได้ชีวิตประจำวันรวมทั้งยังเป็นการปลูกจิตสำนึกในการรักษาวัฒนธรรมและภูมิปัญญาในท้องถิ่นของตนเอง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา
2. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา

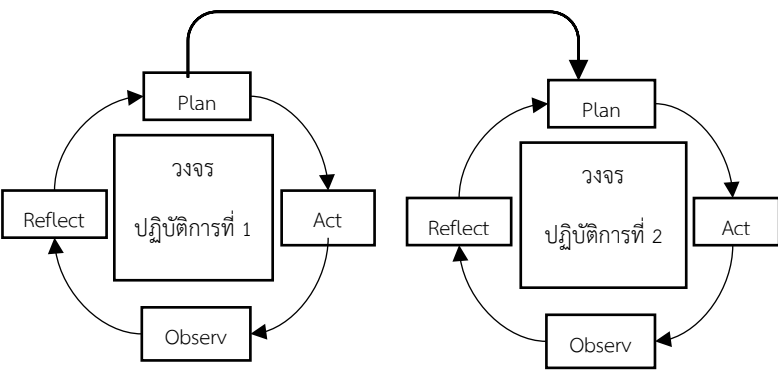
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยมุ่งเน้นในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งแนวคิดการวิจัยนี้สนับสนุนให้ครูเป็นนักวิจัยในสิ่งที่ครูปฏิบัติอยู่ โดยมีนักเรียน ผู้บริหาร หรือเพื่อนครูในโรงเรียนมีส่วนร่วมในการวิจัย เพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียนและพัฒนาการสอนของครูที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Wongwanich, 2017) ดังนั้นการวิจัยจึงมีการจำเพาะในชั้นเรียนด้วยวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพทำให้คณะผู้วิจัยได้ข้อมูลเชิงลึกในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้และศักยภาพของนักเรียนโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์และผ่านการสะท้อนผลร่วมกัน (Phooddee, 2023; Saengsawang and Chaipichit, 2021; Prarinthong and Nuangchalem, 2020) โดยนำกระบวนการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการวางแผน (Plan) ขั้นการปฏิบัติการ (Act) ขั้นการสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นการสะท้อนกลับ (Reflect) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 วงจรปฏิบัติการ โดยในแต่ละขั้นจะมีการดำเนินการต่อเนื่องกันเป็นวงจร ดังภาพที่ 1

การวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้นำแนวคิดการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมาใช้ ซึ่งเป็นงานที่ครูผู้สอนปฏิบัติอยู่ในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการสอนและนำไปสู่การพัฒนาให้นักเรียนอันนำไปสู่การพัฒนาวิชาชีพครูและปรับปรุงพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนและบริบทของสถานศึกษา ซึ่งเป็นทักษะและประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ของครูและการพัฒนานักเรียนผ่านการเรียนรู้และการสะท้อนคิดในการแก้ปัญหาในชั้นเรียนร่วมกันของครู

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในเขตอำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม จำนวน 26 คน ซึ่งคัดเลือกจากระดับชั้นที่มีปัญหาเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์



ภาพที่ 1 การดำเนินการของวงจรการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มี 3 ประเภทได้แก่

- 1. นวัตกรรมการเรียนรู้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา เรื่อง ผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ จำนวน 7 นวัตกรรม จำนวน 20 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 2 วงจรการปฏิบัติการ ดังนั้ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา เรื่อง ผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ

วงจร	กิจกรรม	เรื่อง	ชั่วโมง
วงจร ปฏิบัติ งานที่ 1	กิจกรรมที่ 1	เรียนรู้จากภูมิปัญญาความรู้เรื่องผ้า และการต่อยอดจากภูมิปัญญาเดิม โดยนักเรียนร่วมกันศึกษาวิถีทัศน์การผลิตผ้าฝ้ายทอมือ และร่วมวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของผลิตภัณฑ์ หาแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ฝ้ายทอมือ และนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	3
	กิจกรรมที่ 2	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการย้อมและพิมพ์สีจากธรรมชาติ โดยนักเรียนร่วมกันสำรวจและสืบค้นข้อมูลในการย้อมและพิมพ์สีจากธรรมชาติ และนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	3
	กิจกรรมที่ 3	กระบวนการพื้นฐานในการพิมพ์ผ้าจากธรรมชาติและการผสมสารติดสีในการพิมพ์ผ้าจากธรรมชาติ โดยนักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจและสืบค้นมาทดลองทำผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ และนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	3
	กิจกรรมที่ 4	การออกแบบองค์ประกอบและการพิมพ์ผ้าจากธรรมชาติ โดยนักเรียนร่วมกันปรับปรุงผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติที่ตนเองทำขึ้น ผ่านการออกแบบองค์ประกอบต่างๆ ที่ค้นพบ เช่น ลักษณะของสีใบไม้ ความคมชัดของลวดลายของใบไม้ ขนาดของใบไม้ เป็นต้น เพื่อให้ได้ผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติที่สวยงามในชั้นเรียน	3
วงจร ปฏิบัติ งานที่ 2	กิจกรรมที่ 5	การวิเคราะห์ตลาดและการออกแบบผลิตภัณฑ์ผ้าพิมพ์ลายจากธรรมชาติ โดยนักเรียนร่วมกันสำรวจและสืบค้นเพื่อหาข้อมูลนำมาวิเคราะห์ตลาด และร่วมกันอภิปราย จากนั้นออกแบบและทำผลิตภัณฑ์ตามที่ตลาดต้องการ เช่น กระเป๋า พวงกุญแจ กีบติดผม เป็นต้น โดยใช้ผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติที่สร้างขึ้น รวมทั้งมีการปรับปรุงและแก้ไขสินค้า และนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	3
	กิจกรรมที่ 6	การทำบัญชีและการคำนวณราคาสินค้า โดยนักเรียนร่วมกันสำรวจและสืบค้นเกี่ยวกับราคาอุปกรณ์ในการทำผลิตภัณฑ์และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณราคาสินค้า พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบกับราคาสินค้าในท้องตลาด และทำการปรับปรุงราคาให้เหมาะสม และนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	2
	กิจกรรมที่ 7	การขายและการโฆษณา โดยนักเรียนร่วมกันสำรวจและสืบค้นวิธีการส่งเสริมการขาย รวมทั้งนำไปปฏิบัติจริง และนำประสบการณ์ที่ได้มาร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขวิธีการส่งเสริมการขายของแต่ละกลุ่ม และนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	3
รวม			20

2. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยเป็นการสร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูบริคส์แบบแยกย่อย (Analytic scoring rubrics) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะออกเป็น ส่วน ๆ โดยระบุเป็นประเด็นย่อย ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออ โดยแต่ละข้อจะแบ่งระดับพฤติกรรมของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) และปรับปรุง (1) ดังตาราง 2 และเกณฑ์แปลผลความคิดสร้างสรรค์โดยรวมดังตาราง 3

ตารางที่ 2 แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับพฤติกรรม	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความคิดริเริ่ม	4 (ดีมาก)	ร่วมกันพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่เหมาะสมต่อการใช้งานจริง
	3 (ดี)	ร่วมกันพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่
	2 (พอใช้)	ร่วมกันพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจากความคิดเดิม
	1 (ปรับปรุง)	ร่วมกันพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่
2. ความคิดคล่อง	4 (ดีมาก)	ร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 วิธีในเวลาที่กำหนด
	3 (ดี)	ร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธีในเวลาที่กำหนด
	2 (พอใช้)	ร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เพียง 1 วิธี
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด
3. ความคิดยืดหยุ่น	4 (ดีมาก)	ร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลาย
	3 (ดี)	ร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำ สิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้
	2 (พอใช้)	ร่วมกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำ สิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้แต่ยังไม่เหมาะสมกับงาน
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้
4. ความคิดละเอียดลออ	4 (ดีมาก)	ร่วมกันคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้อย่างครบถ้วน และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์
	3 (ดี)	ร่วมกันคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้
	2 (พอใช้)	ร่วมกันคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดแต่ขาดความชัดเจน
	1 (ปรับปรุง)	ไม่มีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิด

ตารางที่ 3 เกณฑ์แปลผลความคิดสร้างสรรค์โดยรวม

รายการประเมิน	ระดับพฤติกรรม	คำอธิบาย
ความคิดสร้างสรรค์	3.51 - 4.00 (ดีมาก)	นักเรียนสามารถพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ ซึ่งมีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 วิธีในเวลาที่กำหนดเหมาะสมต่อการใช้งานจริงได้ และวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลาย การคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา หรือขยายความคิดได้อย่างครบถ้วน และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์
	2.51 - 3.50 (ดี)	นักเรียนสามารถพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ ซึ่งมีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธีในเวลาที่กำหนด มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำ สิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้และมีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้
	1.51 - 2.50 (พอใช้)	นักเรียนสามารถพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจากความคิดเดิม โดยมีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เพียง 1 วิธี ในเวลาที่กำหนดโดยมีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือ นำ สิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้แต่ยังไม่เหมาะสมกับงานและมีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดแต่ขาดความชัดเจน
	1.00 - 1.50 (ควรปรับปรุง)	นักเรียนสามารถพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่ ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำ สิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้และไม่มีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิด

3. แบบสอบถามเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา โดยใช้เทคนิค Thurstone จำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นการประมาณแบบมาตราส่วน 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Ruaengsri, 2007) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์แปลผลระดับเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับเจตคติ
4.51-5.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.51-4.50	เห็นด้วย
2.51-3.50	ไม่แน่ใจ
1.51-2.50	ไม่เห็นด้วย
1.00-1.50	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการด้วยรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Plan) คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวางแผนดังนี้

- 1) คณะผู้วิจัยร่วมกันสำรวจและวิเคราะห์สภาพปัญหาในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อหาแนวทางแก้ไขโดยผ่านกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)
- 2) คณะผู้วิจัยได้ศึกษาศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มปีซีจีเพื่อศึกษา รวมทั้งร่วมกันแสวงหากิจกรรมที่มีความสอดคล้องกับวัฒนธรรมและบริบทท้องถิ่น
- 3) คณะผู้วิจัยร่วมกันพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) นวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา เรื่อง ผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ จำนวน 7 นวัตกรรม 2) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และ 3) แบบสอบถามเจตคติของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติการ (Act) ในการวิจัยในครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 6E ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา โดยในแต่ละวงจรปฏิบัติการปฏิบัติงานจะมีการสะท้อนผลเพื่อทำการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งอันดับแรกครูผู้สอนได้ทำการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน โดยคละนักเรียนที่มีความสามารถที่ต่างกันภายในกลุ่ม จากนั้นจึงทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การสร้างความสนใจ (Engage) ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงซึ่งครูให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำผ้าทอมือผ่านสื่อวีดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนได้เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องระบุปัญหาภายใต้ข้อจำกัดของสถานการณ์
- 2) ขั้นสำรวจ (Explore) ร่วมกันสำรวจและวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของผลิตภัณฑ์ โดยนักเรียนจะต้องสำรวจวิธีการทำผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ
- 3) ขั้นอธิบาย (Explain) นักเรียนนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยและการทำผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ
- 4) ขั้นวิศวกรรม (Engineer) นักเรียนนำความรู้ในการทำผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติมาออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดดังนี้ 1) ใช้วัสดุจากธรรมชาติให้คุ้มค่า 2) มีลวดลายสวยงาม
- 5) ขั้นปรับปรุง (Enrich) ร่วมกันวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง ปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 6) ขั้นประเมินผล (Evaluate) ร่วมกันประเมินชิ้นงานร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 3 การสังเกตการณ์ (Observe) คณะผู้วิจัยดำเนินการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลพฤติกรรมนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนกลับ (Reflect) คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผล วิเคราะห์ ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Plan) คณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงและพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้หลังจากมีการพบปัญหาและจุดบกพร่องจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติการ (Act) ในการวิจัยในครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 6E ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา ดังนี้

1) การสร้างความสนใจ (Engage) ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงซึ่งครูคลิปปhotoสินค้าชนิดหนึ่งพร้อมทั้งให้ตรวจสอบราคาของสินค้าชนิดนั้น

2) ขั้นสำรวจ (Explore) ร่วมกันสำรวจและวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของการตลาดและผลิตภัณฑ์ โดยนักเรียนจะต้องสำรวจหาผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติได้

3) ขั้นอธิบาย (Explain) นักเรียนนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของการตลาดจากผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ ที่นักเรียนสำรวจมาพร้อมทั้งวิเคราะห์รายรับรายจ่ายและกำหนดราคาที่เหมาะสม

4) ขั้นวิศวกร (Engineer) นักเรียนออกแบบสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และการขาย ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดดังนี้
1) ขายได้ทุกเพศทุกวัย 2) มีตลาดสวยงาม

5) ขั้นปรับปรุง (Enrich) ร่วมกันวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง ปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งออกแบบการขายและการโฆษณา

6) ขั้นประเมินผล (Evaluate) ร่วมกันประเมินชิ้นงานร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 3 การสังเกตการณ์ (Observe) คณะผู้วิจัยดำเนินการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลพฤติกรรมนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนกลับ (Reflect) คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผล วิเคราะห์ผลในการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคณะผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยเป็นการสร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูปริคส์แบบแยกย่อย (Analytic scoring rubrics) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะออกเป็นส่วนๆ โดยระบุเป็นประเด็นย่อย ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออ โดยแต่ละข้อจะแบ่งระดับพฤติกรรมของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ (Ritcharoon, 2019) ได้แก่ 4 (ดีมาก) 3 (ดี) 2 (พอใช้) และ 1 (ควรปรับปรุง) ดังตารางที่ 2 และเกณฑ์ระดับพฤติกรรมของสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียนโดยรวม ซึ่งมีเกณฑ์การแปลผลระดับคุณภาพจากคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (Srisaat, 2010) ดังตารางที่ 2 และแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา โดยใช้เทคนิค Thurstone ซึ่งเป็นการประมาณแบบมาตราส่วน 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Ruaengsri, 2007) จำนวน 20 ข้อ

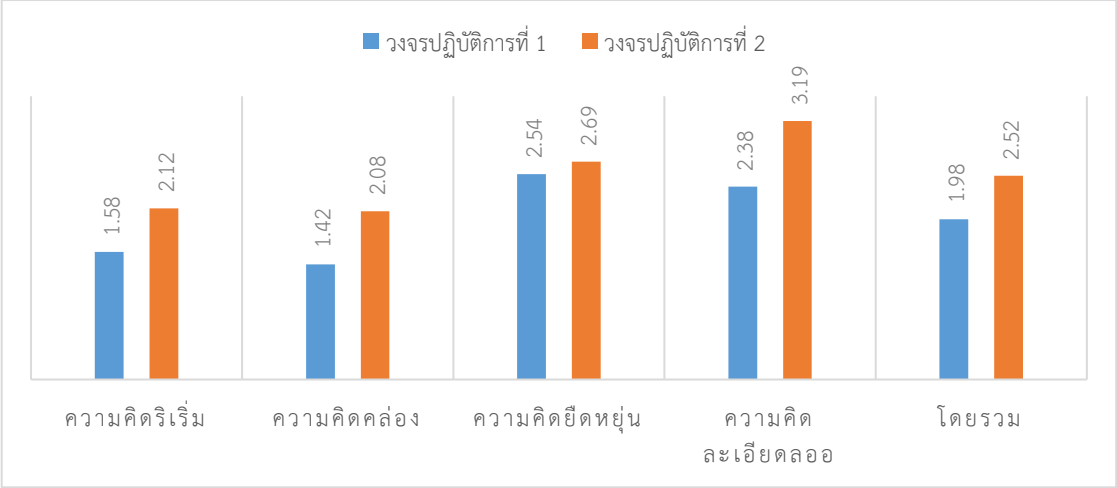
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คณะผู้วิจัยได้แบ่งผลสรุปออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา

ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาระดับพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์โดยแยกตามองค์ประกอบและวงจรการปฏิบัติการ (ภาพที่ 2) ดังนี้ วงจรการปฏิบัติการที่ 1 ด้านความคิดริเริ่มมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ พอใช้ (1.58) ด้านความคิดคล่องมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง (1.42) ด้านความคิดยืดหยุ่นมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ ดี (2.54) ด้านความคิดละเอียดลออมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ พอใช้ (2.38) และโดยรวมมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ พอใช้ (1.98) วงจรการปฏิบัติการที่ 2 ด้านความคิดริเริ่มมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ พอใช้ (2.12) ด้านความคิดคล่องมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ พอใช้ (2.08) ด้านความคิดยืดหยุ่นมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ ดี (2.69) ด้านความคิดละเอียดลออมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ ดี (3.19) และ โดยรวมมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ ดี (2.52) ซึ่งจะเห็นว่าด้านความคิดคล่องมีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง (1.42) เพิ่มขึ้นเป็นพอใช้ (2.08) และด้านความคิดละเอียดลออมีระดับพฤติกรรมของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับพอใช้ (2.38) เพิ่มขึ้นเป็นระดับดี (3.19) โดยนักเรียนสามารถคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงระดับพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน



ภาพที่ 3 ผลงานการออกแบบและสร้างผลงานของนักเรียน

2. ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X}$ =4.20, SD= 0.58) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนมีความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง ($\bar{X}$ =4.52, SD= 0.50) ถัดมาคือ นักเรียนตื่นเต้นเสมอในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ($\bar{X}$ =4.40, SD= 0.56) และนักเรียนมีความสุขและสนุกในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ($\bar{X}$ =4.36, SD= 0.73) และนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนในชั้นเรียนมากขึ้น ($\bar{X}$ =4.36, SD= 0.55) และนักเรียนคิดว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้การพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น ($\bar{X}$ =4.28, SD= 0.44) ตามลำดับ โดยนักเรียนมีความภาคภูมิใจในผลงานของตนเองมากที่สุดซึ่งมีเจตคติอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อ	ประเด็นคำถาม	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1	ตื่นเต้นเสมอในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	4.40	0.56	เห็นด้วย
2	กระตือรือร้นที่จะได้ทำกิจกรรมในชั้นเรียน	4.24	0.69	เห็นด้วย
3	มีความสุขและสนุกในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	4.36	0.73	เห็นด้วย
4	รู้สึกมีอิสระในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	4.16	0.60	เห็นด้วย
5	สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน	4.20	0.70	เห็นด้วย
6	มีความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง	4.52	0.50	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7	มีความคิดที่แปลกใหม่เหมาะสมต่อการใช้งานจริง	4.08	0.67	เห็นด้วย
8	สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้เสมอเมื่อเผชิญปัญหาในระหว่างทำกิจกรรม	4.04	0.59	เห็นด้วย

ข้อ	ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	SD	แปลผล
9	สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลาย	4.00	0.62	เห็นด้วย
10	สามารถคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้อย่างครบถ้วน	4.04	0.55	เห็นด้วย
11	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้การพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น	4.28	0.44	เห็นด้วย
12	รู้สึกภาคภูมิใจวัฒนธรรมและภูมิปัญญาในท้องถิ่นของตนเอง	4.20	0.50	เห็นด้วย
13	มีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนในชั้นเรียนมากขึ้น	4.36	0.55	เห็นด้วย
14	ครุมีกิจกรรมในชั้นเรียนที่แปลกใหม่น่าสนใจ	4.24	0.58	เห็นด้วย
15	กิจกรรมในชั้นเรียนทำให้ได้ร่วมแบ่งปันความรู้กับเพื่อน	4.20	0.62	เห็นด้วย
16	กิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.08	0.47	เห็นด้วย
17	การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนทำให้นำไปสู่การสร้างรายได้	4.04	0.44	เห็นด้วย
18	กิจกรรมในชั้นเรียนเป็นกิจกรรมที่สามารถสร้างอาชีพได้	4.24	0.58	เห็นด้วย
19	การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนทำให้นั่นใจในการตอบคำถามและกล้าแสดงออก	4.20	0.56	เห็นด้วย
20	กิจกรรมในชั้นเรียนสามารถขยายผลไปทำที่บ้านหรือชุมชนได้	4.16	0.60	เห็นด้วย
โดยรวม		4.20	0.58	เห็นด้วย

อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อการศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คณะผู้วิจัยมีประเด็นในการอภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อการศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อการศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ สืบเนื่องจากวงจรการปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีระดับพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ในระดับ พอใช้ (1.98) และในวงจรการปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีระดับพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ในระดับ ดี (2.52) ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าฝ้ายทอมือ ให้มีมูลค่าเพิ่มได้ โดยการนำผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติดังกล่าวที่ 4 จากนั้นนักเรียนร่วมกันหาวิธีและแปรรูปสินค้าจากภาพพิมพ์ลายธรรมชาติให้เป็น กระเป๋าชนิดต่าง เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม พวงกุญแจ เป็นต้น ดังภาพที่ 3 และสุดท้ายนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ตลาด ออกแบบการส่งเสริมการขายพร้อมทั้งวางแผนการขาย ดังภาพที่ 6 เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ โดยผลที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการออกแบบกิจกรรมของคณะผู้วิจัยซึ่งได้ใช้กิจกรรมผ่านโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี ซึ่งในกิจกรรมที่นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คณะผู้วิจัยให้ความสำคัญกับความหลากหลายทางชีวภาพและความหลากหลายทางวัฒนธรรมที่มีอยู่ในบริบทของชุมชนเกี่ยวกับเรื่องผ้าฝ้ายทอมือ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการผลิตผ้าทอมือจากธรรมชาติ เริ่มจากการปลูกฝ้ายจนเก็บเกี่ยวผลผลิตของฝ้ายแล้วนำมาผ่านกระบวนการทำให้เป็นเส้นด้ายและสุดท้ายนำมาทอเป็นผ้า โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมุ่งเน้นนักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ในชุมชน ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้การสร้างมูลค่าเพิ่มของทรัพยากรในชุมชน เชื่อมโยงกับเศรษฐกิจหมุนเวียน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้คุ้มค่าให้เงินเกิดเกิดเศรษฐกิจสีเขียวตามแนวคิดของ BCG economy Model โดยตั้งแต่ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ มีข้อสังเกต หรือพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้ ขั้นที่ 1. การสร้างความสนใจ (Engage) นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้พร้อมทั้งมีการตั้งคำถามว่าทำไมราคาผ้าทอมือที่ผลิตมาถึงราคาไม่สูง 2. ขั้นสำรวจ (Explore) นักเรียนร่วมสำรวจวิธีการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าทอมือ รวมทั้งสำรวจการตลาด นักเรียนออกแบบผลิตภัณฑ์ และทำการหารายรับรายจ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ 3. ขั้นอธิบาย (Explain) นักเรียนร่วมกันอธิบายการวิเคราะห์และผลิตภัณฑ์ของตนเอง พร้อมทั้งมีการอภิปรายโต้แย้งกับเพื่อนร่วมชั้น 4. ขั้นวิศวกรรม (Engineer) นักเรียนร่วมกันสร้างผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งวิเคราะห์รายรับรายจ่ายจริง พร้อมทั้งตั้งราคาที่เหมาะกับตลาด 5. ขั้นปรับปรุง (Enrich) นักเรียนปรับปรุงผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งมีการหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตและหาแนวทางการส่งเสริมการขายเพื่อให้เกิดผลกำไร และ 6. ขั้นประเมินผล (Evaluate) ร่วมกันประเมินและวิพากษ์ผลงาน ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินงาน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 (ก) ครูกระตุ้นความสนใจและนำเข้าสู่บทเรียน (ข) นักเรียนค้นหาออกแบบผลิตภัณฑ์ (ค) นักเรียนร่วมกันออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (ง) นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลงานที่จะปรับปรุงพัฒนา (จ) นักเรียนลงมือทำผ้าพิมพ์ลายธรรมชาติ และ (ฉ) นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลของชิ้นงานและหาจุดบกพร่องและร่วมกันแก้ไขผลิตภัณฑ์ให้สมบูรณ์

สอดคล้องกับ Phooddee (2023) พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับ โมเดลเศรษฐกิจบีซีจีช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และยังมีคุณภาพภูมิปัญญาในผลงาน วัฒนธรรมและภูมิปัญญาในท้องถิ่นของตนเอง ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 (ก) การออกแบบผลิตภัณฑ์จากผ้าพิมพ์ลาย และ (ข) ผลิตภัณฑ์กระเป๋าถือจากผ้าพิมพ์ลาย

2. ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับระดับเห็นด้วย ($\bar{X}=4.20$, $SD= 0.58$) ซึ่งเมื่อพิจารณารายข้อพบว่า นักเรียนมีความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง รองลงมาคือนักเรียนตื่นตัวสนใจในการทำกิจกรรมและมีความสุขและสนุกในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นอกจากนี้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนในชั้นเรียนมากขึ้น มีการพัฒนาด้านคิดสร้างสรรค์มากขึ้นและนักเรียนคิดว่ากิจกรรมในชั้นเรียนเป็นกิจกรรมที่สามารถสร้างอาชีพได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาทักษะของคณะผู้วิจัยที่ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง โดยใช้สถานการณ์ที่มีอยู่จริงในชุมชน และคณะผู้วิจัยได้ค้นพบว่านักเรียนเกิดทักษะอาชีพสังเกตจากนักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน และมีคุณธรรมและเจตคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Makarin, Jindapan and Thongphubate (2018) พบว่า การพัฒนาทักษะชีวิตและอาชีพด้วยการจัดการเรียนรู้โครงงานสัปดาห์ชีวิตสามารถส่งเสริมให้เกิดทักษะอาชีพโดยนักเรียนสามารถค้นพบจุดเด่นจุดด้อยของตนเอง คือ จำแนก แยกแยะสิ่งที่ดี สิ่งที่ต้องปรับปรุง และแสดงจุดเด่นจุดด้อยของตนเอง ให้ผู้อื่นรับรู้ด้วยความมั่นใจ สามารถคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาที่เหมาะสมเมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาได้ สามารถจัดการอารมณ์และสามารถสร้างความสุขให้กับตนเองและผู้อื่นได้เหมาะสมกับสถานการณ์ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 (ก) ใบงานการคำนวณราคากระเป๋า (ข) นักเรียนทดลองการขายออนไลน์ และ (ค) นักเรียนนำผลิตภัณฑ์ไปออกร้านขายจริง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระดับพฤติกรรมของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่สูงขึ้นอยู่ในระดับดี หมายความว่านักเรียนสามารถพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ ซึ่งมีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธีในเวลาที่กำหนด มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำ สิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้และมีการคิดแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้

2. ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับระดับเห็นด้วย ซึ่งนักเรียนมีความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง ตื่นตัวและมีความสุขและสนุกในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยมีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนในชั้นเรียนมากขึ้น รวมทั้งยังมีการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นและสามารถสร้างอาชีพได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัย คณะผู้วิจัยพบว่ายังมีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ยังอยู่ในระดับพอใช้ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม และความคิดคล่อง และเจตคติเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษา ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ 1) นักเรียนสามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลาย 2) นักเรียนสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้เสมอเมื่อเผชิญปัญหาในระหว่างทำกิจกรรมและ 3) นักเรียนคิดว่าการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนทำให้นำไปสู่การสร้างรายได้ ซึ่งอยู่ในระดับเห็นด้วย

เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาส ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลางลงมา ดังนั้นในการพัฒนาความคิดริเริ่มและการคิดคล่องจึงต้องใช้เวลาใน

การฝึกฝนผ่านสถานการณ์จริงเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดดังกล่าว และนำไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการรวมทั้งมีการคิดการส่งเสริมการขายเพื่อสร้างกำไรจากการลงทุนจนเกิดเป็นรายได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 6E Learning ตามแนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อการศึกษาไปใช้ ครูควรออกแบบกิจกรรมและใช้สถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อน มีขอบเขตที่ชัดเจน และมีข้อจำกัดหรือความท้าทายที่รัดกุมเหมาะสมกับความรู้ บริบทและวัฒนธรรมของของนักเรียน และเน้นให้นักเรียนได้มี การค้นคว้าหาความรู้เพื่อที่จะได้มาร่วมกันวิพากษ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งถัดไป

ผู้ที่สนใจในการทำวิจัยครั้งถัดไป การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอาจจะใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้อื่นร่วมกับ BCG economy Model เช่น เทคนิคกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เทคนิค scamper เทคนิค 5w1H เป็นต้น ซึ่งเทคนิคดังกล่าวสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ โดยครูผู้สอนควรนำผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับบริบทและ วัฒนธรรมชุมชนของชุมชนของนักเรียนมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและสร้าง มูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์รวมทั้งยังมีความภาคภูมิใจในวัฒนธรรมของตนเอง หรือผู้ที่สนใจอาจใช้แนวคิดสะเต็มปีซีจีเพื่อ การศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะ สมรรถนะและความฉลาดรู้ของนักเรียน ได้แก่ ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม สมรรถนะการอยู่ร่วมกับธรรมชาติและวิทยาการอย่างยั่งยืน และความฉลาดรู้ทางการเงิน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนในโครงการการนำวิจัยไปใช้ประโยชน์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้ขอความยินยอมจากผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพ ในสิทธิส่วนบุคคล หลักคุณประโยชน์และไม่ก่ออันตรายต่อผู้เข้าร่วมวิจัยและหลักความยุติธรรม

References

- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann Publications.
- Burke, B. N. (2014). The ITEEA 6E Learning by Design™ Model: Maximizing Informed Design and Inquiry in The Integrative STEM Classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 73(6), 14–19.
- Chuelooppo, S., Bongkotphet, T. and Warangkanagool, C. (2018). STEM Education Through Engineering Design Process for Developing 10th Grade Students' Creative Thinking in Rotational Motion Topic (in Thai). *Social Sciences Research and Academic Journal*, 13(37), 119-132.
- Insupan, R. and Nuangchalerm, P. (2020). A Development of Scientific Creativity Thinking and Learning Achievemen to Mathayomsuksa 4 Students Through Inquiry-based STEM Learning (in Thai). *Journal of Yala Rajabhat University*, 15(2), 162-170.
- Jongluecha, P. and Worapun, W. (2022). Development of Creative in Science of Primary 3 student by 6E Learning on Steam education (in Thai). *Doctoral dissertation*, Mahasarakham: Mahasarakham University.
- Kemmis, S. and McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. Victoria: Deakin University Press.
- Makarin, S., Jindapan J. and Thongphubate T. (2018). The Developing of Life and Career Skills Based on Samaarcheevasilp Project (in Thai). *Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research)*, 12(1), 185–196.

- Ministry of Education. (2003). **National Education Act 1999**. Retrieved 14 September 2023, from **GoToKnow**.: <https://www.moe.go.th/backend/wp-content/uploads/2020/10/1.-พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ-พ.ศ. 2542-ฉ.อัปเดต.pdf>
- Office of knowledge management and development. (2023). BCG: Bio-Circular-Green Economy (in Thai). Retrieved 14 September 2023, from **GoToKnow**: https://www.okmd.or.th/upload/pdf/2566/PDF/The_Knowledge_vol_28.pdf
- Office of the Education Council. (2017). **National Education Plan B.E. 2560-2579 (2017-2036)**. Bangkok: Prigwan Graphic.
- Phoodee, W. (2023). The development teamwork and collaboration competence of learners using the 6 E model in STEM education merge with the BCG economic model for grade-7 students in Chumchonbankampoktadokkeaw school (in Thai). **Journal of Science and Science Education (JSSE)**, 6(1), 105–119.
- Pongsupan, P., Sinlarat, P. and Kiewkor, S. (2019). The Development of a STEM-enriched Curriculum to Enhance the Creative Thinking and Productive Thinking Skills of Prathomsuksa 4 students (in Thai). **Journal of Education Studieds Chulalongkorn University**, 47(1), 219-239.
- Prarinthong, W. and Nuangchalerm, P. (2020). Development of modeling skill on entitle acid-base for year 11 students using model-based learning activity (in Thai). **Journal of Education Rajabhat Maha Sarakham University**, 17(3), 89-100.
- Ritcharoon, P. (2019). Scoring rubrics: The tool for teachers to accurately and fairly evaluate learning outcomes (in Thai). **STOU Education Journal**, 12(1), 1-16.
- Ruaengsri, S. (2007). In **Test Materials for Guidance Program** (pp. 187-229). Bangkok.
- Ruengrung, S. (2022). The effect of utilizing STEM BCG as project-based learning in solving local problems on Grade-6 students to increase learning achievement and problem-solving ability in science and technology (in Thai). **Journal of Science and Science Education (JSSE)**, 6(1), 150–160.
- Saengsawang, S. and Chaipichit, D. (2021). The development of grade 11 students’ problem-solving ability in the physics subject of sound through the STEM education approach of 6E learning together with the use of multimedia (in Thai). **Journal of Roi Kaensarn Academi**, 6(6), 303–318.
- Seeprasong, C. Prakongsup, T. and Puckdee, W. (2021). The Development of Grade 10th Students’ Scientific Concepts of Cell Division and Satisfaction through Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education by 6E Learning Cycle (in Thai). **Silpakorn Educational Research Journal**, 13(1), 402-420
- Srisaat, B. (2010). **Preliminary research (7th edition)**. Bangkok: Suwiriyasan.
- Supap, W. (2018). Mathematics learning based on STEM education: Approach, Expectation, and Challenge (in Thai). **Journal of education Naresuan University**, 20(4), 302–315.
- Tupsai, J. (2021). Integration stem education for students’ competencies in the 21st (in Thai). **Journal of Buddhist Education and Research**, 7(2), 288–299.
- Vongpralub, C. (2010). Creativity that can be created (in Thai). **Journal of Education Khon Kaen University (EDKKUJ)**. 33(4), 10-21.
- Wongwanich, S. (2017). **Classroom action research**. Bangkok: Chulabook.
- Yokyong, S. and Pitipornatapin, S. (2019). Development of grade –10 students’ argumentation skills through science, technology, engineering and mathematics (STEM) education by 6E learning cycle in topic of mission of environmental conservation (in Thai). **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning**, 10(2), 183-200.