บทความวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาด ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

สถาพร เรืองรุ่ง[1*]

[1]กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านกุ่ม กลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ 14 (ผาแต้ม)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3
**Email: win.physics.1996@gmail.com*

รับบทความ: 14 กันยายน 2564 แก้ไขบทความ: 23 ตุลาคม 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 15 พฤศจิกายน 2564

บทคัดย่อ

เนื่องจากสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถมาโรงเรียน และเรียนตามปกติได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะ 1) สร้างและพัฒนาคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 2) ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านกุ่ม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ 70.62/72.06 โดยที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาในขั้นตอนที่ 4 - 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 70% อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบประเมินผลและปรับปรุง และขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอชิ้นงาน) และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในรายการประเมินที่ 4 การใช้ตัวเลขในการศึกษามากที่สุด (mean = 3.70, S.D. = 1.01) นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาในระดับมาก (mean = 4.19, S.D. = 0.64)

คำสำคัญ: ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น โครงงานสะเต็มศึกษา การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

Online-First Version

ลิขสิทธิ์โดย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Research Article

The development of the scientific process skills using the manual of artifacts from local materials by STEM Education approaches under the outbreak of the Coronavirus 2019 (COVID-19)

Sathaphorn Ruengrung[1*]

[1]*Department of Science and Technology, Ban Kum School, School Network Group No. 14 (Pha Taem), Ubon Ratchathani Primary Educational Service Area Office 3*

**Email: win.physics.1996@gmail.com*

Received <14 September 2021>; Revised <23 October 2021>; Accepted <15 November 2021>

Abstract

The outbreak of the Coronavirus 2019 (COVID-19), has caused the students to stop going to school and were unable to study normally. Therefore, the researcher has come up with the ideas; 1) to create and develop the manual of artifacts from local materials by STEM education approaches under the outbreak of the pandemic, Coronavirus 2019 (COVID-19) with an efficiency of 70/70; 2) to evaluate the scientific process skills after using the manual of artifacts from local materials by STEM education approaches and; 3) to study students' satisfaction towards the manual of artifacts from local materials by STEM education approaches. The target audience used in the study were 18 students in Prathomsuksa 5 of academic year 2021, Ban Kum School, Ubon Ratchathani Primary Educational Service Area Office 3. The instruments used were 1) the manual of artifacts from local materials by STEM education approaches, 2) a learning achievement test; 3) the evaluation form for the scientific process skills and, 4) the students' satisfaction evaluation form. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and one-Samples T-Test analysis. The findings indicated that the manual of artifacts from local materials by STEM education approaches had the efficiency of 70.62/72.06. The students' average score on the assessment of the scientific process skills by STEM education approaches in the step 4-6 were higher than the standard 70% but not statically significant at the .01 level (step 4: Implementation on problem-solving and developing, step 5: Testing, evaluating and improving, and step 6: Presentation). The students also had an average score in the list of assessment no. 4, mathematics, rated in the highest level (mean = 3.70, S.D. = 1.01). In addition, the overall students' satisfaction towards the manual of artifacts from local materials by STEM education approaches had rated in high levels (mean = 4.19, S.D. = 0.64).

Keywords: Scientific process skills, artifacts from local materials, STEM Education project, outbreak of Coronavirus 2019 (COVID-19)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทนำ

วิกฤตการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคโควิด 19 ได้แพร่กระจายไปเกือบทุกประเทศทั่วโลก มนุษยชาติกำลังเผชิญกับโรคติดเชื้ออุบัติใหม่ที่สามารถติดต่อได้โดยง่าย และแพร่กระจายการติดเชื้อได้อย่างรวดเร็ว (Thangkratok *et al.,* 2021) การจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดรูปแบบการเรียนการสอนไว้ 5 รูปแบบ ตามบริบทและความเหมาะสมของแต่ละโรงเรียน คือ 1) ON-AIR 2) ONLINE 3) ON–DEMAND 4) ON-HAND และ 5) ON–SITE (Office of the Basic Education Commission, 2021) รูปแบบการเรียนการสอนทั้ง 5 รูปแบบจึงถูกนำมาปรับใช้ทดแทนการจัดการเรียนการสอนแบบเดิม โรงเรียนบ้านกุ่ม กลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ 14 (ผาแต้ม) อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ อยู่ในบริบทที่มีความเหมาะสมที่จะจัดการเรียนการสอนแบบที่ 4 ON-HAND (ออนแฮนด์) ซึ่งทำการจัดการเรียนการสอนแบบ ON-HAND ตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายนจนถึงปลายเดือนสิงหาคม 2564 ที่ผ่านมาเนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเรียนออนไลน์ได้ และช่วงเวลาดังกล่าวพบผู้ป่วยในพื้นที่จึงไม่สามารถสอนแบบที่ 5 ON–SITE (ออนไซต์) ได้เช่นกัน และจากการศึกษาปัญหาและความพร้อมของนักเรียนในการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากการสัมภาษณ์ผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครู พบว่า นักเรียนในระดับประถมศึกษา โดยเฉพาะนักเรียนในช่วงชั้นที่ 2 (ป.4 - ป.6) ยังขาดทักษะกระบวนการที่สำคัญในการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้เรียนรู้มาใช้ในชีวิตประจำวัน และที่สำคัญจากการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนสอน โดยใช้กิจกรรมปฐมนิเทศก่อนเรียน พบว่า นักเรียนร้อยละ 75 ต้องการให้ครูสอนแบบได้ลงมือปฏิบัติจริง เช่น มีการทดลอง มีการประดิษฐ์ เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project based leaning เป็นการนำขั้นตอนมาบูรณาการร่วมกันทั้งโครงงานเป็นฐาน (PBL) และสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ยังมุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในอนาคต การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนคิดและลงมือทำแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้ใช้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง นักเรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง (Polyiem, 2018) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด 2) ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา 4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา 5) ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง 6) นำเสนอผลงาน (Visetsuvarnabhumi, 2019) สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (National STEM Education Center, 2015) สอดคล้องกับวิธีสอนแบบสืบเสาะที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา (Chanunan, 2017) และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project based leaning (Klomim, 2016) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา มาใช้เป็นขั้นตอนในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีการสอนโดยใช้คู่มือมีความใกล้เคียงกับการสอนที่แจกใบงานสำหรับการสอนแบบ ON-HAND นอกจากนี้คู่มือที่ใช้มีลำดับขั้นตอน และรายรายละเอียดที่นักเรียนสามารถอ่าน และทำตามได้อย่างสะดวกซึ่งต่างจากใบงานที่ไม่จำเป็นต้องมีลำดับขั้นตอน และการสอนที่บูรณาการ STEM สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่น การศึกษาของ Ruengrung *et al.* (2020) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยคู่มือการสร้างชุดทดลองตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา เรื่อง ลูกตุ้มอย่างง่าย พบว่า คู่มือการสร้างชุดทดลองเป็นนวัตกรรมที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีในทักษะการจัดประเภทสิ่งของ (Classifying) คือ การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา ทักษะการวัด (Measuring) คือ การดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา และทักษะการคำนวณและการใช้จำนวน (Using Numbers) คือ การทดสอบประเมินผล ปรับปรุง และยังส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและเกิดประโยชน์ เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาข้างต้นมีกระบวนการที่สามารถส่งเสริมหรือพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการศึกษาของ Ruengrung *et al.* (in press) ที่ได้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการบูรณาการสะเต็มศึกษากับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีกระบวนการการเรียนรู้ที่เริ่มจากการที่ครูทำให้นักเรียนสามารถ

Online-First Version

กำหนดปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนเริ่มต้นตรวจสอบที่มาของปัญหา ครูนำกระบวนการการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามาใช้เพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน และต่อมานักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ ตรวจสอบสิ่งที่ยังไม่รู้ จนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และนำเสนอรูปแบบและวิธีแก้ปัญหาให้กับเพื่อนร่วมชั้นได้

จากแนวคิดข้างต้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นพบความรู้ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายสามารถหาสิ่งของ วัสดุต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวมาสร้างเป็นของใช้ในบ้านและในโรงเรียนได้ และที่สำคัญครูสามารถใช้ขั้นตอนในการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นมาส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ การสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นจะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด ได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม และเป็นสื่อช่วยเชื่อมโยงความเป็นรูปธรรมกับนามธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องราวที่ศึกษาได้ง่ายขึ้น ดังนั้นการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นจึงมีบทบาทอย่างมาก ในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความพร้อมในการเรียนเพิ่มมากขึ้น สามารถถ่ายทอดความรู้ และสามารถประยุกต์หลักการต่าง ๆ ในการต่อยอดในเรื่องอื่น ๆ ได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนแบบ ON-HAND ที่สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย จึงมีความสนใจในการจัดทำคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) โดยนำขั้นตอนการทำโครงงานสะเต็มศึกษา มาใช้เป็นขั้นตอนในการการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม กลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ 14 (ผาแต้ม) อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายในปัจจุบัน เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนานักเรียนในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนานักเรียนด้านสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อสร้างและพัฒนาคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70

2) เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านกุ่ม กลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ 14 (ผาแต้ม) อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ที่เรียนในรายวิชา ว15101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 19 คน (พิจารณาสอนโดยใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ทั้งหมด 18 คน เนื่องจากนักเรียนจำนวน 1 คน มีความบกพร่องทางการเรียนเรียนรู้ผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนการสอนเฉพาะบุคคล)

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและศึกษาจุดประสงค์รายวิชา ว15101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการจัดทำคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น

1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา จากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำเนื้อหา

Online-First Version

1.3 สร้างคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วย บทที่ 1 สาระสำคัญ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บทที่ 2 วัสดุในท้องถิ่น บทที่ 3 การสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นของนักเรียนตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด ใบกิจกรรมที่ 2 รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา ใบกิจกรรมที่ 4 ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา ใบกิจกรรมที่ 5 ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง ใบกิจกรรมที่ 6 นำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4

ตัวอย่างใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 6 ดังนี้

1. ให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 ที่ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้อย่างย่อ

1.1 ชื่อชิ้นงาน (บอกชื่อสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น)

1.2 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด (เกิดปัญหาอะไรทำไมเราจึงสร้างสิ่งประดิษฐ์นี้ขึ้นมา)

1.3 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ วัสดุในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ คุณสมบัติของวัสดุ วิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีอะไรบ้าง)

1.4 ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา (วาดภาพร่างสิ่งประดิษฐ์ และการเลือกวัสดุ อุปกรณ์การออกแบบ และการวางแผน ระบุวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้สร้างสิ่งประดิษฐ์)

1.5 ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา (ลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์ และทดลองใช้กับคนในครอบครัว พร้อมทำการประเมินชิ้นงานตามแบบประเมินชิ้นงาน)

1.6 ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง (สรุปผลการทดลองใช้ชิ้นงาน ระบุข้อดี ข้อเสียของสิ่งประดิษฐ์ ข้อแนะนำในการดูแลรักษาสิ่งประดิษฐ์ และการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ให้ดีกว่าเดิม)

2. ให้นักเรียนส่งชิ้นงานจริง ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งประดิษฐ์ พร้อมคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์

ภาพที่ 1 ตัวอย่างใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 6

1.4 นำคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ซึ่งแบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ด้านภาษาที่ใช้การจัดรูปเล่มและการพิมพ์จำนวน 1 ท่าน และด้านการวิจัยและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมในด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้การจัดรูปเล่ม และการพิมพ์ ตรวจสอบความถูกต้อง และประเมินคุณภาพก่อนนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำผลการประเมินคุณภาพคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของ Srisa-Ard (2013) ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.67 ขึ้นไป และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 แสดงว่าองค์ประกอบของคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นมีความเหมาะสมสอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.59 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.18 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.6 นำคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแก้ไขเป็นฉบับสมบูรณ์แล้วไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 18 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ว15101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์เนื้อหาวิชา เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา รวมจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

3. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาและการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 เป็นแบบประเมินตามรูปแบบการประเมินคุณภาพของบทความวิจัย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา รวมจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของแบบประเมิน (Index of Consistency: IC) ประกอบด้วย

Online-First

ตอนที่ 1 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา (ขั้นตอนละ 5 คะแนน คะแนนเต็ม 30 คะแนน) โดยให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตามทักษะที่ระบุดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

ขั้นตอน	ทักษะที่ประเมิน
1. ระบุปัญหาประเด็นที่	ทักษะการสังเกต (3 คะแนน) และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (2 คะแนน)
2. รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	ทักษะการสังเกต (3 คะแนน) และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (2 คะแนน)
3. ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา	ทักษะการสังเกต (1 คะแนน), ทักษะการวัด (1 คะแนน), ทักษะการจำแนกประเภท (1 คะแนน), ทักษะการสร้างแบบจำลอง (1 คะแนน) และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (1 คะแนน)
4. ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา	ทักษะการสังเกต (1 คะแนน), ทักษะการจำแนกประเภท (1 คะแนน) ทักษะการวัด (1 คะแนน), ทักษะการใช้จำนวน (1 คะแนน) และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (1 คะแนน)
5. ทดสอบประเมินผลปรับปรุง	ทักษะการสังเกต (1 คะแนน), ทักษะการจำแนกประเภท (1 คะแนน) ทักษะการวัด (1 คะแนน), ทักษะการใช้จำนวน (1 คะแนน) และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 1 คะแนน)
6. นำเสนอชิ้นงาน	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (5 คะแนน)

หมายเหตุ การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนให้น้ำหนักในแต่ละทักษะตามการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาจากทักษะที่เกิดขึ้นจริงกับนักเรียนตามลำดับ

ตอนที่ 2 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการนำเสนอชิ้นงาน

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 (รายการประเมินจำนวน 6 รายการ รายการละ 5 คะแนน คะแนนเต็ม 30 คะแนน) โดยให้คะแนนในแต่ละรายการประเมิน ตามทักษะที่ระบุดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4

รายการประเมิน	ทักษะที่ประเมิน
1. หลักการแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Science)	ทักษะการสังเกต (3 คะแนน) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (2 คะแนน)
2. เทคโนโลยีที่ใช้ในการศึกษา (Technology)	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (5 คะแนน)
3. การเลือกวัสดุ อุปกรณ์ การออกแบบและการวางแผน (Engineering)	ทักษะการสังเกต (2 คะแนน) ทักษะการวัด (1 คะแนน) ทักษะการจำแนกประเภท (1 คะแนน) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (1 คะแนน)
4. การใช้ตัวเลขในการศึกษา (Mathematics)	ทักษะการใช้จำนวน (5 คะแนน)
5) ความสอดคล้องของรูปภาพประกอบ	ทักษะการสร้างแบบจำลอง (5 คะแนน)
6) ชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์	ทักษะการทดลอง (3 คะแนน) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (2 คะแนน)

หมายเหตุ การให้คะแนนในแต่ละรายการประเมินให้น้ำหนักในแต่ละทักษะตามการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาจากทักษะที่เกิดขึ้นจริงกับนักเรียนตามลำดับ

Online-First Version

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

4. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของ Likert (Likert Scale) จำนวน 10 ข้อ โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาแนะแนวและให้คำปรึกษา รวมจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบ (Index of Consistency: IC)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้อธิบายชี้แจงทำความตกลงกับนักเรียนเรื่องรูปแบบการเรียน เวลาเรียน และวิธีการในการเรียนในสัปดาห์แรกของการจัดการเรียนการสอนแบบ ON-HAND

2. จัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ใช้เวลาสอน 6 สัปดาห์ (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3 โดยนักเรียนศึกษาข้อมูลจากคู่มือและทำใบกิจกรรมตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปเป็นคะแนนระหว่างเรียน

ตารางที่ 3 กิจกรรมการเรียนโดยใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้
1	นักเรียนศึกษาข้อมูลจากคู่มือและทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 1 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด โดยนักเรียนระบุปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และวัสดุที่ใช้แก้ปัญหาที่มีภายในท้องถิ่น พร้อมบอกเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุนั้นตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความยืดหยุ่น ความเหนียว เป็นต้น
2	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนสืบค้น ข้อมูลในอินเทอร์เน็ต หรือสอบถามผู้รู้ในหมู่บ้านเกี่ยวกับการทำชิ้นงานที่ใช้แก้ปัญหา และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เช่น ความสูง ความยาว ความกว้าง ของสิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น ให้ระบุวัสดุในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และคุณสมบัติของวัสดุ วิธีและขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์
3	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา โดยให้นักเรียนวาดภาพการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ พร้อมระบุวัสดุที่ใช้ ส่วนประกอบต่างๆ ก่อนลงมือทำสิ่งประดิษฐ์จริง
4	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 4 ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา โดยให้นักเรียนนำสิ่งประดิษฐ์ที่ทำเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้ปกครองหรือคนในครอบครัว จำนวน 3 คน ทดลองใช้แล้วประเมินให้คะแนน
5	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 5 ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง โดยให้นักเรียนปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ แล้วให้ผู้ปกครองหรือคนในครอบครัวประเมินอีกรอบ แล้วเขียนสรุปข้อดี ข้อเสียและวิธีแก้ไขปรับปรุง
6	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 6 นำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 ดังตัวอย่างใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 6

3. ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา และจากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 โดยกรรมการผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา 1 ท่าน

4. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อ เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปเป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน ทำการทดสอบในสัปดาห์ที่มีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ ON–SITE (โรงเรียนบ้านกุ่ม เริ่มจัดการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ ON–SITE ในสัปดาห์แรกของเดือนกันยายน 2564)

5. นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา จำนวน 10 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ตามเกณฑ์ 70/70 โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

2. วิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบ One-Samples T Test โดยใช้เกณฑ์ 70%

Online-First Version

3. วิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา (ตารางที่ 4) พบว่า คะแนนเฉลี่ยใบกิจกรรมการสร้างสิ่งประดิษฐ์ 6 กระบวนการระหว่างเรียนมีค่าเท่ากับ 21.19 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.43 ค่าประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 70.62 และส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนหรือผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 14.41 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.06 ค่าประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 72.06 สรุปได้ว่าคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 70.62/72.06 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 70/70

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

การหาประสิทธิภาพ	Total	mean	S.D.	ประสิทธิภาพ (%)
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	30	21.19	4.43	70.62
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	20	14.41	2.06	72.06
คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา				70.62/72.06

2. ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบ One-Samples T-Test โดยใช้เกณฑ์ 70% ซึ่งสามารถแสดงผลการทดสอบตามตารางที่ 5 ซึ่งพบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ขั้นตอนที่ 4 ,5 และ 6 มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.50 คะแนน หรือร้อยละ 70 แต่มีค่า p-value > .01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนด (3.50 คะแนน, ร้อยละ 70) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ส่วนขั้นตอนที่ 2 กับขั้นตอนที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และขั้นตอนที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบ One-Samples T Test

ขั้นตอน	mean	S.D.	t-test	p-value*
1. ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด	3.50	0.71	-	-
2. รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	3.28	0.52	-	-
3. ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา	3.15	0.88	-	-
4. ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา	3.79	0.88	1.384	0.09
5. ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง	3.74	0.86	1.158	0.13
6. นำเสนอชิ้นงาน	3.72	0.63	1.452	0.08

*p<.01

Online-First Version

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 ผลจากการประเมินจากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน หลังจากนักเรียนสร้างและทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นจนเสร็จสิ้นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา โดยมีรายการประเมิน 6 รายการ ซึ่งสามารถแสดงผลการประเมินตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินจากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 ของนักเรียนทั้งหมด จากกรรมการผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	S.D.
1. หลักการแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Science)	3.33	0.85
2. เทคโนโลยีที่ใช้ในการศึกษา (Technology)	3.15	0.63
3. การเลือกวัสดุ อุปกรณ์ การออกแบบและการวางแผน (Engineering)	3.67	0.96
4. การใช้ตัวเลขในการศึกษา (Mathematics)	3.70	1.01
5. ความสอดคล้องของภาพร่างกับชิ้นงาน	3.06	0.94
6. ชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์	3.65	0.72
รวม	**3.43**	**0.85**

จากตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินจากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 ของนักเรียนทั้งหมดจากกรรมการผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.43 คะแนน เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในรายการประเมินที่ 4 การใช้ตัวเลขในการศึกษา (Mathematics) มากที่สุด (mean=3.70, S.D.= 1.01) และมีคะแนนเฉลี่ยในรายการประเมินที่ 5 ความสอดคล้องของภาพร่างกับชิ้นงานต่ำที่สุด (mean=3.06, S.D.=0.94)

ตอนที่ 3 ผลการสร้างและทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น โดยให้ผู้ปกครอง และคนในครอบครัวมีส่วนร่วมในการทดลองใช้ และประเมินจากการใช้งานสิ่งประดิษฐ์ จำนวน 3 คน โดยทดลองใช้และประเมินตามรายการประเมิน 5 รายการ (รายการละ 5 คะแนน รวม 25 คะแนน) ผลแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยผลการประเมินสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นของนักเรียนทั้งหมด โดยให้ผู้ปกครอง และคนในครอบครัวมีส่วนร่วมการทดลองใช้ และประเมินจากการใช้งานสิ่งประดิษฐ์ จำนวน 3 คน

รายการประเมิน	ผู้ประเมินคนที่			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	การแปลผล
	1	2	3				
1. กวาดง่าย สบายมือ	4.45	4.36	3.91	12.73	4.24	0.24	มาก
2. ไม้กวาดมีความแข็งแรง ทนทาน	4.09	4.09	4.36	12.55	4.18	0.13	มาก
3. ไม้กวาดมีความสมบูรณ์ครบชิ้นส่วน	3.91	3.91	3.45	11.27	3.76	0.21	มาก
4. วัสดุที่ใช้ทำไม้กวาดมีความเหมาะสม	3.64	3.36	3.18	10.18	3.39	0.19	ปานกลาง
5. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน	2.72	2.91	3.00	8.64	2.88	0.11	ปานกลาง
รวมทั้งหมด (25 คะแนน)	**18.82**	**18.64**	**17.91**	**11.07**	**3.69**	0.39	**มาก**

จากตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยผลการประเมินสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นของนักเรียนทั้งหมด โดยให้ผู้ปกครอง และคนในครอบครัวมีส่วนร่วมการทดลองใช้ และประเมินจากการใช้งานสิ่งประดิษฐ์ จำนวน 3 คน พบว่า โดยภาพรวมสิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนมีคะแนน 3.69 คะแนน อยู่ในระดับมาก ซึ่งรายการประเมินที่ 1 กวาดง่าย สบายมือ มีคะแนนสูงสุด 4.24 คะแนน อยู่ในระดับมาก และมีคะแนนในรายการประเมินที่ 5 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีคะแนนต่ำสุด 2.88 คะแนนอยู่ในระดับปานกลาง

Online-First Version

คู่มือที่สร้างขึ้น

การใช้คู่มือที่บ้านของนักเรียน

การส่งคู่มือหลังจากใช้คู่มือ

การส่งชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์

ภาพที่ 1 การจัดการเรียนการสอนแบบ ON-HAND โดยการใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

จากผลการประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาของนักเรียน (ตารางที่ 8) พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนเท่ากับ 4.19 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 จากการแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก และพบว่ารายการประเมินความพึงพอใจที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือรายการประเมินที่ 6 คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น มีคะแนนเท่ากับ 4.80 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 และรายการประเมินความพึงพอใจที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือรายการประเมินที่ 2 คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีข้อมูล เนื้อหา ครบถ้วนสมบูรณ์ มีคะแนนเท่ากับ 3.60 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 และจากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นเพิ่มเติมได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

“...การสร้างสิ่งประดิษฐ์ด้วยตัวเองครั้งนี้ทำให้ผมรู้จักเลือกใช้วัสดุในท้องถิ่นตามลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุ...” (S1, 03 กันยายน 2564)

“...การสร้างสิ่งประดิษฐ์ครั้งนี้ทำให้หนูได้รู้จักวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่น ๆ ในอนาคต” (S2, 03 กันยายน 2564)

“...การสร้างสิ่งประดิษฐ์ครั้งนี้ทำให้เราได้ใช้ทั้งวิทยาศาสตร์ ใช้ตัวเลข และใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้น...” (S4, 03 กันยายน 2564)

Online-First

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	mean	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น	4.80	0.40	มากที่สุด
2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วยตัวของนักเรียนเอง	4.73	0.44	มากที่สุด
3. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทำให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.40	0.61	มาก
4. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่	4.40	0.61	มาก
5. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่จะสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ขึ้นมาเรื่อย ๆ	4.27	0.58	มาก
6. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีการใช้เทคโนโลยีในการศึกษาที่หลากหลาย	4.07	0.58	มาก
7. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	3.93	0.68	มาก
8. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย	3.87	0.81	มาก
9. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีคำแนะนำ วิธีใช้อย่างละเอียด	3.80	0.83	มาก
10. คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีข้อมูล เนื้อหา ครบถ้วนสมบูรณ์	3.60	0.72	มาก
เฉลี่ย	**4.19**	**0.64**	**มาก**

อภิปรายผล

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา พบว่า คะแนนเฉลี่ยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากใบกิจกรรมการสร้างสิ่งประดิษฐ์ 6 กระบวนการระหว่างเรียนมีค่าประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 70.62 และส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนหรือผลลัพธ์ (E_2) มีค่าประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 72.06 สรุปได้ว่าคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 70.62/72.06 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 70/70 เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขเป็นคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นที่มีเนื้อหา ขั้นตอนกระบวนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาที่เหมาะสมกับนักเรียน จึงทำให้คู่มือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดสอดคล้องกับการศึกษาของ Pomprakan (2015) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาชุดการสอนวิชาอุปกรณ์และการออกแบบสำหรับนักศึกษา พบว่า ชุดการสอนวิชาอุปกรณ์และการออกแบบมีค่าประสิทธิภาพ 84.89/ 84.06 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 70/70 สอดคล้องกับการศึกษาของ Thatwong (2017) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษามีค่าประสิทธิภาพ 76.78/71.16 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 70/70 และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Theerapisit (2021) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา มีค่าประสิทธิภาพ 72.43/77.14 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 70/70

2. ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบ One-Samples T Test โดยใช้เกณฑ์ 70% พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ขั้นตอนที่ 4 ,5 และ 6 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.50 คะแนน หรือร้อยละ 70 แต่มีค่า p-value > .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนด (4 คะแนน, ร้อยละ 70) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เนื่องจากการขั้นตอนที่ 4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา, 5) ทดสอบ

Online-First Version

ประเมินผล ปรับปรุง และ 6) นำเสนอชิ้นงาน ตามลำดับ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ในการหาวัสดุในท้องถิ่น และอุปกรณ์ที่มีอยู่ในบ้านมาสร้างสิ่งประดิษฐ์ และให้คนในครอบครัวทดลองใช้และประเมินคุณภาพจนได้ชิ้นงานที่เหมาะสม และเขียนสรุปผลการทำงานในขั้นตอนที่ 6 ได้อย่างสมบูรณ์ จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนขั้นตอนที่ 1) ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด เป็นขั้นที่ครูยกสถานการณ์ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนที่ขาดแคลนไม้กวาดในการทำเขตบริเวณที่รับผิดชอบ และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงหนทางในการแก้ปัญหาในประเด็นปัญหาที่ครูยกตัวอย่าง ซึ่งครูยังมีบทบาทมากในขั้นตอนนี้ จากการวิเคราะห์จากใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 1 พบว่า นักเรียนจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78 นักเรียนยังระบุปัญหาได้ไม่ชัดเจนพอ และระบุวิธีการแก้ปัญหายังไม่สอดคล้องกับปัญหาเท่าที่ควร จึงทำให้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และในส่วนของขั้นตอนที่ 2) รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง และ 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จากการวิเคราะห์จากใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 2 เกี่ยวกับการรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง พบว่า นักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 ยังระบุข้อมูลไม่ชัดเจนพอเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ แต่จากการที่ผู้วิจัยสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับชิ้นงานที่นักเรียนส่งมานักเรียนสามารถบอกขั้นตอนและวิธีทำอย่างละเอียดได้โดยไม่ต้องดูเอกสาร และสามารถบอกได้อีกว่าวัสดุในท้องถิ่นมีข้อดีข้อเสียอย่างไร เช่น การเลือกใช้ทางมะพร้าวเนื่องจากทางมะพร้าวมีความเหนียว และความยาวที่เหมาะกับการทำไม้กวาดกว่าทางหมาก และทางตาล เลือกใช้ไม้ไผ่เพราะไม้ไผ่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และมีความคงทนแข็งแรง จับง่าย สบายมือเวลาใช้งาน เลือกใช้ขวดพลาสติกชนิด Polyethylene terephthalate หรือ PET ที่ใช้บรรจุเป็นขวดน้ำอัดลม น้ำดื่ม และน้ำผลไม้ เป็นต้น เนื่องจากมีความเหนียวและยืดหยุ่นได้ เจาะง่าย กว่ากระป๋องแม้อายุการใช้จะน้อยกว่ากระป๋อง แต่จากประสบการณ์ที่ถามผู้รู้ในหมู่บ้านทางมะพร้าวจะหลุดและผุพังพร้อมขวดพลาสติกพอดีหลังใช้งานไปตามอายุการใช้งานในระยะหนึ่ง เป็นต้น ส่วนขั้นตอน 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา จากการวิเคราะห์จากใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 3 เกี่ยวกับการร่างภาพก่อนลงมือทำสิ่งประดิษฐ์ พบว่า นักเรียน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 38.89 มีการร่างภาพก่อนลงมือทำสิ่งประดิษฐ์จริงของนักเรียนส่วนใหญ่ระบุส่วนประกอบไม่ครบตามชิ้นงานที่ปรากฏจริง และบางส่วนไม่ได้ระบุส่วนประกอบมีแค่ภาพร่างเท่านั้น ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าอาจเนื่องมาจากในคู่มือยังไม่ระบุรายละเอียด ตัวอย่าง และคำแนะนำในการเขียนภาพร่างที่ดี สามารถสรุปได้ว่า คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นเป็นนวัตกรรมที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีในทักษะการสังเกต (Observing) ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) ทักษะการวัด (Measuring) ทักษะการใช้จำนวน (Using Number) และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) ในขั้นตอนการดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา และทดสอบประเมินผล ปรับปรุง และยังส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยมีรูปแบบกิจกรรมกระบวนการที่ส่งเสริมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 1) การระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด ซึ่งทำให้นักเรียนรับรู้ที่มาและความสำคัญขององค์ความรู้และแนวทางการแก้ปัญหาที่จะไปสู่ความสำเร็จ 2) การรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ทำให้เรียนได้ศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งจากในคู่มือและจากแหล่งต่าง ๆ ที่นำไปสู่การสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหา 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา นักเรียนได้ออกแบบวางแผนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ กำหนดอุปกรณ์ และวัสดุในท้องถิ่นที่ใช้ในการสร้างก่อนลงมือทำจริง 4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา นักเรียนได้ลงมือดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามวิธีการที่กำหนดไว้ ซึ่งการดำเนินการสร้างสิ่งประดิษฐ์นั้น นักเรียนได้บูรณาการศาสตร์ 4 สาขาวิชา ที่เชื่อมโยง 1. วิชาวิทยาศาสตร์ คือ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของสิ่งประดิษฐ์ที่ส่งผลต่อการใช้งานสิ่งประดิษฐ์ เช่น ไม้กวาดที่มีทางมะพร้าวยาวรวมกันแบบแคบ ๆ เหมาะสมสำหรับกวาดพื้นที่มีน้ำขัง และพื้นที่กว้าง ๆ ไม้กวาดที่มีทางมะพร้าวยาวรวมกันแบบกระจายกว้าง ๆ เหมาะสำหรับการกวาดหยากไย่ และไม้กวาดที่ทางมะพร้าวสั้นรวมกันแบบชิดกันเหมาะสมหรับกวาดพื้นซีเมนต์ เป็นต้น 2. วิชาคณิตศาสตร์ คือ การใช้ตัวเลขในการประเมินชิ้นงานจากการทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นโดยให้ผู้ปกครอง และคนในครอบครัวมีส่วนร่วมการทดลองใช้ และประเมินการใช้งานสิ่งประดิษฐ์ของตัวเอง 3. เทคโนโลยี คือ การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์และคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ และการใช้แอพลิเคชันต่าง ๆ ในคำนวณผลการประเมิน และ 4. การออกแบบเชิงวิศวกรรม คือ การออกแบบการสร้าง การเลือกวัสดุ การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างสิ่งประดิษฐ์ 5) ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง นักเรียนได้ร่วมกันกับคนในครอบครัวพิจารณาผลการสร้าง และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์จากสาเหตุที่ทำให้สิ่งประดิษฐ์ไม่สมบูรณ์ตามที่ตั้งไว้ และ 6) นำเสนอชิ้นงาน นักเรียนได้นำกระบวนการและผลการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทั้งหมดตั้งแต่ ขั้นที่ 1) ถึง ขั้นที่ 5) นำเสนอในรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 เป็นการทบทวนความรู้ สรุปความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ได้จากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ให้คนอื่น ๆ ได้รับรู้ต่อไปดังภาพที่ 2 ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง และทักษะการทดลองของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chaphithak and Chaipichit (2021) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดโดยเริ่มต้นจาก

Online-First Version

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ปัญหา นักเรียนได้ใช้กระบวนการค้นคว้าด้วยตนเอง การลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นการเรียนรู้แบบปฏิบัติ มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการเรียนรู้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Angthong *et al.* (2020) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนที่ชัดเจนทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสืบค้นหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ รู้จักกระบวนการทำงานเป็นทีม และสอดคล้องกับการศึกษาของ Trijaemjan (2019) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่า การเรียนรู้แบบโครงงานทำให้นักเรียนได้มีการฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ตามความถนัดและสนใจแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง เพื่อตอบคำถามที่ตนเองอยากรู้ หาเหตุและผล โดยผ่านกระบวนการคิดและการปฏิบัติอย่างมีระบบ เน้นการใช้กระบวนการกลุ่ม ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการอย่างสมเหตุสมผลมีจิตวิทยาศาสตร์ และคุณธรรม จริยธรรม

ภาพที่ 2 การใช้ทักษะการสร้างแบบจำลอง และทักษะการทดลอง

ตอนที่ 2 ผลการประเมินจากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 ของนักเรียนทั้งหมด จากกรรมการผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา 1 ท่าน หลังจากนักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นจนเสร็จสิ้นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ซึ่งผลการประเมินพบว่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.43 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในรายการประเมินที่ 4 การใช้ตัวเลขในการศึกษา (Mathematics) ทักษะที่ประเมินคือทักษะการใช้จำนวน (Using Number) มากที่สุด (mean=3.70, S.D.= 1.01) เนื่องจากการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา มีการใช้ตัวเลขในการประเมินชิ้นงานจากการทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นโดยให้ผู้ปกครอง และคนในครอบครัวมีส่วนร่วมการทดลองใช้ และประเมินการใช้งานสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งนักเรียนได้ใช้ทักษะการใช้จำนวนในการประเมินคุณภาพชิ้นงานของตัวเองตามกระบวนการขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา และกระบวนการขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลปรับปรุง จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยด้านที่ 4 การใช้ตัวเลขในการศึกษา (Mathematics) สูงสุด ส่วนคะแนนเฉลี่ยในรายการประเมินที่ 5 ความสอดคล้องของภาพร่างกับชิ้นงาน ต่ำที่สุด เนื่องจากการร่างภาพก่อนลงมือทำสิ่งประดิษฐ์จริงของนักเรียนส่วนใหญ่ระบุ

Online Version

ส่วนประกอบไม่ครบตามชิ้นงานที่ปรากฏจริง และบางส่วนไม่ได้ระบุส่วนประกอบมีแค่ภาพร่างเท่านั้นจึงทำให้คะแนนเฉลี่ยในด้านนี้ต่ำสุด

3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นของนักเรียน พบว่า จากการแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก เนื่องจากคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นมีเนื้อหาและใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ ตาม 6 ขั้นตอนของโครงงานสะเต็มศึกษา ซึ่งได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้ทำกิจกรรมเสมือนการทำงานของนักประดิษฐ์หรือนักวิทยาศาสตร์ ในใบกิจกรรมมีการเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งการสืบค้นข้อมูล การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การคัดเลือกวัสดุในท้องถิ่นที่มีอยู่รอบ ๆ ตัว การประเมินคุณภาพสิ่งประดิษฐ์ร่วมกับคนในครอบครัว นักเรียนจึงไม่รู้สึกเบื่อเหมือนกับการเรียนแบบทั่ว ๆ ไป ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในระดับมาก สอดคล้องกับผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นใต้ตารางที่ 5 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Klomdee (2018) ที่ศึกษาผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดแบบฝึกอยู่ในระดับมาก เนื่องจากนักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น รู้จักแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Theerapisit (2021) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากเนื่องจากชุดกิจกรรมมีกระบวนการที่ทำให้นักเรียนได้ใช้ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Pornsuriwong *et al.* (2020) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสนใจ สนุกกับการเรียน นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบจากการกระตุ้นด้วยสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความสามารถของตนเองมาใช้ในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาจากสถานการณ์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน จากการวิเคราะห์พบว่ารายการประเมินความพึงพอใจที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ รายการประเมินที่ 10 คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีข้อมูล เนื้อหา ครบถ้วนสมบูรณ์ มีคะแนนเท่ากับ 3.60 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.72 ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าอาจมาจากเนื้อหาในคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่มีน้อย ซึ่งเป็นแนวทางของผู้วิจัยที่จะส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล และรวบรวมเนื้อหาด้วยตนเองมากขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) วิเคราะห์ผลการศึกษาและสรุปผลได้ดังนี้ 1) คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ 70.62/72.06 จึงสามารถสรุปได้ว่า คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 2) ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบ One-Samples T Test โดยใช้เกณฑ์ 70% พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาขั้นตอนที่ 4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา, 5) ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง และ 6) นำเสนอชิ้นงาน ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.50 คะแนน หรือร้อยละ 70 แต่มีค่า p-value > .01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และผลการประเมินจากการนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์ขนาด A4 ของนักเรียนทั้งหมด จากกรรมการผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในรายการประเมินที่ 4 การใช้ตัวเลขในการศึกษา (MATHEMATICS) มากที่สุด (mean=3.70, S.D.= 1.01) และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยด้วยคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ควรให้นักเรียนและผู้ปกครองร่วมกันศึกษาคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา อย่างละเอียดก่อนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นแนวทางที่จะทำกิจกรรมตามกระบวนการประดิษฐ์ได้อย่างราบรื่น และผู้ปกครองเองก็สามารถมองเห็นแนวทางในแนะนำแหล่งข้อมูล หรือองค์ความรู้ ภูมิปัญญาต่าง ๆ ในท้องถิ่นเกี่ยวกับการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้ 2) ในการใช้คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำไปใช้ในการสอนเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถสูง หรือนำไปใช้สอนซ่อมเสริมให้กับกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหาการเรียน อัน

Online-First Version

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

เนื่องมาจากการมีระดับเชาวน์ปัญญาที่ต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย หรือนำไปปรับใช้ในสถานการณ์ปกติ หรืออาจนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นควบคู่กับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นอื่น ๆ 3) ควรนำรูปแบบงานวิจัยในครั้งนี้ไปใช้กับกลุ่มนักเรียนในระดับที่สูงขึ้น เช่น มัธยมศึกษาตอนต้น และควรมีการนำไปบูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น สังคมศึกษา และศิลปะ เป็นต้น เพื่อพัฒนานักเรียนในด้านอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ด้านศิลปวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รองศาสตราจารย์ ดร. อาฟีฟี ลาเต๊ะ ที่ได้ให้คำแนะนำด้านการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ ที่ได้ให้คำแนะนำด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พวงทิพย์ แก้วทับทิม ที่ได้ให้คำแนะนำด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขอบคุณผู้อำนวยการพิศมัย แก้วเชื้อ และคณะครูโรงเรียนบ้านกุ่มที่ได้อนุเคราะห์สถานที่และให้คำแนะนำด้านปัญหาวิจัย และขอบคุณนายพัชรพล รัตนพันธ์ ครูโรงเรียนบ้านตาขุนวิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี นางสาวเฉลิมฉัตร อาญาพิทักษ์ ครูโรงเรียนวัดนางเหล้า จังหวัดสงขลา และนางสาวณิชกานต์ คงตำหนิ ครูโรงเรียนบ้านทุ่งไทรงาม จังหวัดพังงา ที่ร่วมประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Angthong, W., Thaewnongiw, B., and Nuangchalerm, P. (2020). Development of integrated science process skills of Mathayomsuksa 5 students learned by project-based STEM education (in Thai). **Rajabhat Maha Sarakham University Journal**, 14(1), 91-103.

Chanunan, S. (2017). Learning management model based on STEM education. Retrieved 5 July 2021, from **Phitsanulok Primary Educational Service Area Office 1**: https://phitsanulok1.go.th/userfiles/kit_pr/files/Learning%20Management%20Model%20STEM.docx.

Chaphithak, R. and Chaipichit, D. (2021). The Development of Grade 3 Students' Scientific Process Skill and Learning Achievement through Problem-Based Learning Activities (in Thai). **Journal of Roi Kaensarn Academi**, 6(6), 215-232.

Klomdee, P. (2018). The Results of Development on Basic Science Process Skills of Grade 5 Students by Using Science Skill Practice Packages with Inquiry-Based Instruction (5E) (in Thai). **Veridian E- Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)**, 11(1), 2004-2020.

Klomim, K. (2016). Learning management Based on STEM Education for Student Teachers. **Journal of Education Naresuan University**, 18(4), 334-348.

National STEM Education Center. (2015). **STEM Network [Manual]** (in Thai). Bangkok: The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

Office of the Basic Education Commission. (2021). Learning Management during the COVID-19 (in Thai). Retrieved 5 July 2021, from **Office of the Basic Education Commission**: https://www.obec.go.th/archives/377135.

Polyiem, T. (2018). STEM Education: Introduction to Integrated Classroom (in Thai). **Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University**, 5(2), 122-135.

Pomprakan, Y. (2015). The development of an instructional package of VLSl design and tools for student in Faculty of Industrial Technology of Kamphaeng Phet Rajabhat University (in Thai). **NRRU Community Research Journal**, 9(2), 79-88.

Pornsuriwong, S. and Sungthong, A. (2020). The results of learning activities using STEM education of motion in physics for grade-11 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(1), 30-40.

Ruengrung, S., Sukmas, T., and Kaewtubtim, P. (2020). The development of science process skills through the uses of manual for creating experimental package according to the project steps SATIT PSU STEM INNOVATION on simple pendulum by the uses of tracker video analysis program (in Thai). **Proceedings**

Online-First Version

of Research Conference 3: Classroom Research Presentation Contest Project to develop student learning management Student Teachers of Thailand (pp.1–16). Bangkok: Kasetsart University.

Ruengrung, S., Sukmas, T., and Kaewtubtim, P. (in press). The effect of SATIT PSU STEM INNOVATION as project-based learning in the design and development of an experimental set approach by grade 10th students on problem - solving skills and physics' learning achievement (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 25(3), 2023.

Srisa-Ard, B. (2013). **Basic Research**. Bangkok: Suweeriyasan.

Thangkratok, P., Lhimsoonthon, B., Palacheewa, N., and Tongtham, A. (2021). Online nursing education during the Coronavirus-19 pandemic: A case study of the epidemiology course (in Thai). **Journal of Thailand Nursing and Midwifery Council**, 36(3), 31-44.

Thatwong, W. (2017). Instructional innovative inventory with the STEM education method for problem solving ability and learning achievements on electrochemistry Issus of Secondary Students at the 5th Grade Level (in Thai). **Master's Thesis**. Maha Sarakham: Rajabhat Maha Sarakham University.

Theerapisit, S. (2021). Development of Science learning achievement of sixth grade students using STEM education, subject electric and electromagnetic circuits (in Thai). **Journal of MCU Nakhondhat**, 8(8), 325-337.

Trijaemjan, N. (2019). The development of science process skill and project ability of Prathomsuksa 5 students through the uses of project-based learning method (in Thai). **Master's Thesis**. Nakhon Pathom: Silpakorn University.

Visetsuvarnabhumi, K. (2019). **SATIT PSU STEM INNOVATION project-based learning [Handout]** (in Thai). Pattani: Faculty of Education, Prince of Songkla University.

รายการอ้างอิงภาษาไทยก่อนแปล

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 18(4), 334-348.

เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ. (2562). เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ฐิติวรดา พลเยี่ยม. (2561). สะเต็มศึกษา: ความเข้าใจเบื้องต้นสู่ห้องเรียนบูรณาการ. **วารสารครุพิบูล**, 5(2), 122-135.

นิภา ตรีแจ่มจันทร์. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (วิทยานิพนธ์หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการนิเทศ)). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปราโมทย์ ถ่างกระโทก บุศรินทร์ หลิมสุนทร ณัฐชยา พลาชีวะ และอาบกนก ทองแถม. (2564). การจัดการเรียนการสอนทางการพยาบาลแบบออนไลน์ในสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 19: กรณีศึกษารายวิชาวิทยาการระบาด. **วารสารสภาการพยาบาล**, 36(3), 31-44.

ภารดี กล่อมดี. (2561). ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E). **Veridian E Journal ฯ สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ**, 11(1), 2004-2020.

โยธิน ป้อมปราการ. (2558). รายงานผลการพัฒนาชุดการสอนวิชาอุปกรณ์และการออกแบบ สำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. **วารสารชุมชนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา**, 9(2), 79-88.

รุ่งนภา ชาพิทักษ์ และดุจเดือน ไชยพิชิต. (2564). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. **Journal of Roi Kaensarn Academi,** 6(6), 215-232.

Online-First Version

วรรณภา อ่างทอง บังอร แถวโนนงิ้ว และประสาท เนืองเฉลิม. (2563). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวทางสะเต็มศึกษา. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**, 14(1), 91-103.

วัฒนา ทัดวงค์. (2562). การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สกนธ์ชัย ชะนูนันท์. (2560). รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สถาพร เรืองรุ่ง ธเนศ สุขมาตย์ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (2563). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยคู่มือการสร้างชุดทดลองตามขั้นตอนโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION เรื่อง ลูกตุ้มอย่างง่าย โดยใช้โปรแกรม Tracker video analysis. **โครงการประกวดการนำเสนองานวิจัยในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาครูแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 3**.

สถาพร เรืองรุ่ง ธเนศ สุขมาตย์ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (in press). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 25(3), 2023.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). **การจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19).** สืบค้นจาก https://www.obec.go.th/archives/377135 [5 กรกฎาคม 2564].

สุดารัตน์ ธีรพิสิฐ. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า. **วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์**, 8(8), 325-337.

เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และอภิชาติ สังข์ทอง. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา**, 3(1), 30-40.

Online-First Version