

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ การเรียนวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา
โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

AN ACTION RESEARCH ON A STEM EDUCATION LEARNING WITH
AN ENGINEERING DESIGN PROCESS IN CONJUNCTION WITH LOCAL
WISDOM FOR LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

อนิดา รัชเวทย์^{1*}, มัลลิกา ศุภิมาส² และ ยุทธนา ชัยเจริญ³

Anodar Ratchawet^{1*}, Mallika Suphimas² and Yuttana Chaijalearn³

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 202 ถนนช้างเผือก ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300^{1,2}

มหาวิทยาลัยนเรศวร 99 หมู่ 9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก 65000³

Chiangmai Rajabhat University, 202 Chang Puak Road, Chang Puak Sub-district, Maung ChiangMai District,
Chiangmai Province 50300 ^{1,2}

Naresuan University, 99 Moo 9, Tha Pho Sub-district, Muang Phitsanulok District, Phitsanulok Province 65000³

*Corresponding Author E-mail: anodar@gmail.com

(Received: Dec 27, 2018; Revised: May 29, 2019; Accepted: May 29, 2019)

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน จากโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในอำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาจำนวน 3 แผนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง การบันทึกหลังการสอน และแบบประเมินชิ้นงานจากการเรียนการสอน เก็บรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกหลังการสอน อนุทินของนักเรียน ชิ้นงานของนักเรียน และแบบประเมินชิ้นงานและพฤติกรรมของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ วิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมี 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ควรกระตุ้น

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

²นักศึกษาลำดับสูงสุดครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

³นักศึกษาลำดับสูงสุดการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

ให้ผู้เรียนสนใจด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการทำงานกลุ่ม ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการทำงาน ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการลงมือปฏิบัติและทักษะการทำงานกลุ่ม ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ผลงานของกลุ่มตนเองพร้อมทั้งเสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาชิ้นงาน

คำสำคัญ: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ, สะเต็มศึกษา, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม, ภูมิปัญญาท้องถิ่น,

ABSTRACT

This action research aimed to study the learning management by using a STEM education framework with a 6-steps engineering design process in conjunction with local wisdom for teaching the "Natural Cotton Dyeing" for 31 Matthayomsuksa I students, in the 2nd semester of the 2017 academic year at one of an expansion opportunity school in Muang District, Chiangmai province. The random technique was used to select the sample group. The research instruments were three STEM education lesson plans with a total of 12 hours, which were composed of activity worksheets, knowledge worksheets, post teaching notes and product assessment forms. The statistic values used were mean and standard deviation values and data analysis with data triangulation method.

The research findings showed the STEM activity learning process in conjunction with local wisdom by using 6 steps of learning, step I included problem setting ability where student should be motivated to pay attention to local wisdom. Step II was data collection with a focus on team work. Step III was engineering design process with a focus on problem solving skills and team work. Step IV was planning and problem solving with a focus on practice and active learning activity. Step V was testing and evaluation with a focus on students' work and their comments and ideas. Step VI was problem solving presentation where students were involved in presenting their problem-solving methods.

KEYWORDS: Action Research, STEM Education, Engineering Design Process, Local Wisdom.

บทนำ

รัฐบาลประกาศแผนพัฒนาประเทศไทย 4.0 เป็นความมุ่งมั่นในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจไปสู่ เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นรูปแบบที่มีการผลักดันการปฏิรูปโครงสร้างทางเศรษฐกิจ การปฏิรูปการวิจัยและพัฒนาและการปฏิรูปทางการศึกษาไปพร้อมกัน เพื่อพัฒนาประชากรในประเทศให้มีประสิทธิภาพ มีความรู้ ความสามารถ นำไปพัฒนาตนเอง และนำความรู้ไปประกอบวิชาชีพอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อจะส่งผลให้ประเทศเจริญก้าวหน้าต่อไป (รุ่ง แก้วแดง, 2542)

การพัฒนาการศึกษาของประเทศนั้นต้องเริ่มจากการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียน โดยการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียนอย่างมีเป้าหมายของรายวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ หรือที่เราเรียกว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) (มนตรี จุฬาววัฒนมณฑล, 2556) การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการบูรณาการศาสตร์ในรายวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยแนวคิดดังกล่าวเกิดจากการปรับปรุงมาตรฐานการศึกษาของ NGSS โดยมี 3 องค์ประกอบดังนี้ 1. Practice (แนวปฏิบัติ) 2. Crosscutting Concepts (แนวคิดข้ามศาสตร์) และ 3. Core Ideas (ความคิดหลัก) โดยการนำความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกลุ่ม

รายวิชาของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2561) โดยในการจัดการเรียนรู้ของรายวิชาการเรียนการสอนตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษามีมุมมองการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาสองคำ คือรายวิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ โดยในรายวิชาสองคำนี้เป็นรายวิชาของการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ วิศวกรรมศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องทั้งการใช้ ความรู้ และกระบวนการในการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาและเทคโนโลยี คือ ผลผลิตที่วิศวกรใช้ความรู้ในการออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความจำเป็นและความต้องการของมนุษย์ นักการศึกษาได้ให้คำนิยามของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ว่าเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1. ระบุปัญหา/ความต้องการ 2. ศึกษาวิจัย จัดลำดับ เป้าหมายและข้อจำกัด 3. หาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 4. เลือกวิธีการแก้ไข ปัญหาที่ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัด 5. สร้างโมเดลหรือรูปแบบของการแก้ปัญหา 6. ทดสอบ/ประเมินผลการใช้รูปแบบ 7. นำเสนอ/สื่อสารผลการประเมิน และ 8. ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบของการแก้ปัญหา (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558) ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นต้องคำนึงถึงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับกรอบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำมาออกแบบนวัตกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการและการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตลอดจนได้เทคโนโลยีซึ่งเป็น

ผลผลิตจากระบบการเชิงวิศวกรรม (สุธีระ ประเสริฐสรณ์, 2558)

การจัดการเรียนการสอนโดยการออกแบบกระบวนการเชิงวิศวกรรมให้ความสำคัญกับการบูรณาการศาสตร์ทั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ซึ่งเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วยการจัดกิจกรรมที่เน้นการออกแบบและแก้ปัญหา การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนา (สุทธิดา จำรัส, 2560; Chamrat, Manokarn and Thammaprathet, 2019) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านบริบทภูมิปัญญาท้องถิ่นในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้ ความรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนให้สามารถสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดจิตสำนึกและเห็นคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่นในท้องถิ่นของตนเองจากการศึกษาได้ (กรมวิชาการ, กองวิจัยทางการศึกษา, 2542) (นิคม ชมภูหรง, 2548)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ, 2561) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ ทักษะกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ไข

ปัญหาที่หลากหลาย และสอดคล้องกับเป้าหมายของผู้เรียน รวมทั้งตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน ตลอดจนนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต จะเห็นได้ว่าหลักสูตรให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมและการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นการนำแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยการออกแบบกระบวนการเชิงวิศวกรรมไปบูรณาการร่วมกับการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นในรายวิชาวิทยาศาสตร์จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน รวมทั้งตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชน ตลอดจนทำให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ เช่น สังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับภูมิปัญญาท้องถิ่นได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียน A (นามสมมุติ) เป็นโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 31 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นที่พบและนำมาใช้จัดการเรียนรู้ คือ การย้อมสีย้อมผ้าจากสีธรรมชาติ
2. วิเคราะห์หาความรู้ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความรู้และทักษะในรายวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง การย้อมสีย้อมผ้าจากแก่นไม้ฝาง

รายวิชา	การวิเคราะห์ความรู้และทักษะ
วิทยาศาสตร์ (Science)	กระบวนการย้อมสีย้อมผ้า การเตรียมน้ำย้อม การเตรียมสารละลายที่นำมาใช้เป็นสารช่วยติด บำบัดที่ทำให้เส้นด้ายติดสี การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และการป้องกันอันตรายที่เกิดจากสารเคมี
เทคโนโลยี (Technology)	การใช้สื่อสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเลือกใช้วัสดุและสารเคมีมาประยุกต์ใช้ในการย้อมสีย้อมผ้า การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ผลิตภัณฑ์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน
วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	การวางแผนการทดลอง การปฏิบัติงาน การออกแบบการทดลอง และการออกแบบลวดลายที่จะใช้สร้างผลิตภัณฑ์จากการย้อมสีย้อมผ้า
คณิตศาสตร์ (Mathematic)	การวัดปริมาตรสารที่ใช้ในการทดลอง การคิดคำนวณงบประมาณที่ใช้ อัตราส่วนในแต่ละขั้นตอนในการทำการทดลอง รูปทรงเรขาคณิต การให้เหตุผล การใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้แก่ (1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 2 สาระ ประกอบด้วย

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 4 เทคโนโลยี และ (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มี 2 สาระ ประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต และ สาระที่ 2 การวัดเรขาคณิต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3)

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับ
กลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัย และประเมินผลการ
จัดการเรียนรู้

6. วิเคราะห์และสรุปผลการการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ

แนวคิดสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบ

เชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นดัง ดัง
ตารางที่ 2

2. บันทึกหลังการสอนของครู

ตารางที่ 2 แผนการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง การย้อมสีด้ายฝ้ายจากสีธรรมชาติโดยใช้สีจากแก่นไม้ฝางเป็น
ตัวแทนจากสีธรรมชาติ

กิจกรรมที่ (เวลาที่ใช้)	สถานการณ์ที่ให้นักเรียนแก้ปัญหา	ตัวชี้วัด
1. Being Colorful on Cotton Yarns with STEM (3 ชั่วโมง)	กำหนดให้ผู้เรียนเป็นแข่งขันการพัฒนาเจดสีจากการย้อม สีด้ายฝ้ายจากแก่นไม้ฝางขึ้นในชุมชน ต้องส่งเจดสีในการ ย้อมด้ายฝ้ายจากแก่นไม้ฝาง ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า ต้องใช้ ต้นทุนการผลิตไม่เกิน 300 บาท และได้เจดสีมากที่สุด	ว2.1 ม.2/5 ว8.1ม. 1/1-1/5 ค2.1 ม.2/2
2. Cotton Design STEM (3 ชั่วโมง)	กำหนดผู้เรียนให้พัฒนาเจดสีจากการย้อมสีด้ายฝ้ายจาก แก่นไม้ฝาง ให้เป็นกลุ่มอาชีพที่จะสร้างสรรค์ ออกแบบ ลวดลายบนผืนผ้าให้เป็นลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ใช้เจดสีให้ครบทั้ง 4 เจดสี บนลวดลายผืนผ้าต้องมีรูปทรง เรขาคณิตอย่างน้อย 2 รูปทรงและได้ลวดลายไม่น้อยกว่า 1 ลวดลาย	ว2.1 ม.3/2 ว8.1ม. 1/1-1/5 ค 2.1 ม.2/2
3.handmade Cotton Products with STEM (3 ชั่วโมง)	กำหนดให้นักเรียนผลิตผ้าพันคออย่างไร ภายใต้เงื่อนไขที่ ว่า ผ้าพันคอ 1 ผืน ต้องมีความกว้างเท่ากับ 10 เซนติเมตร ใช้ กระดาษไม่เกิน 3 แผ่น ตกแต่งลวดลายให้มีรูปทรงเรขาคณิต อยู่บนผ้าพันคออย่างน้อย 4 รูปทรง(ไม่ซ้ำกัน) และได้ผ้าพัน คอจากผ้าฝ้ายทอมือย้อมสีธรรมชาติที่มีความยาวมากที่สุด	ว 2.1 ม.3/2 ว8.1ม. 1/1-1/5 ค 2.1 ม.2/2

การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์เนื้อหา
(Content Analysis) และวิเคราะห์เอกสาร
(Document Analysis) จากแผนการจัดการเรียนรู้

การสังเกตระหว่างการสอน บันทึกหลังการสอน
ของครู การสัมภาษณ์หลังการสอนของครู
นำข้อมูลทั้งหมดมาตีความ และหาข้อสรุป
แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด

สะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล (Data Triangulation)

ผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นระบุปัญหา** ครูผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้วิเคราะห์ปัญหาจากองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิม ดังนี้

1.1 ครูผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อตรวจสอบองค์ความรู้เดิมและแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน และสร้างความสนใจเกี่ยวกับการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีธรรมชาติ ดังต่อไปนี้

ครู : นักเรียนเรียนรู้อะไรมาบ้างแล้วเกี่ยวกับสารละลาย

ผู้เรียน : สารละลาย คือ ของผสมตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมรวมกัน ประกอบไปด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลาย มี 3 สถานะ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ความเข้มข้นของสารละลาย (ส่วนใหญ่ตอบไปทางเดียวกัน)

ครู : นักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างสารละลาย ความเข้มข้นของสารละลายกับการย้อมสีเส้นด้ายจากธรรมชาติ เป็นอย่างไร ให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอการย้อมเส้นด้ายจากธรรมชาติ จากเว็บไซต์ <https://www.youtube.com/watch?v=Rpv79jNjoe0> (นาทีที่ 1.12 – 5.35 น.)

ผู้เรียน: น้ำย้อมที่ได้จากการต้มพืช

เป็นสารละลาย สีที่เกิดขึ้นแตกต่างกันไป ต้องตวงน้ำย้อมในสัดส่วนที่เหมาะสม จึงจะได้เฉดสีเข้มอ่อนต่างกันไป (บันทึกภาคสนามการปฏิบัติการสอน ครั้งที่ 1, วันที่ 22 พฤศจิกายน 2560)

จากการวิเคราะห์ พบว่า ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่กับความรู้ใหม่เรื่องการย้อมเส้นด้ายฝ้ายจากสีธรรมชาติ

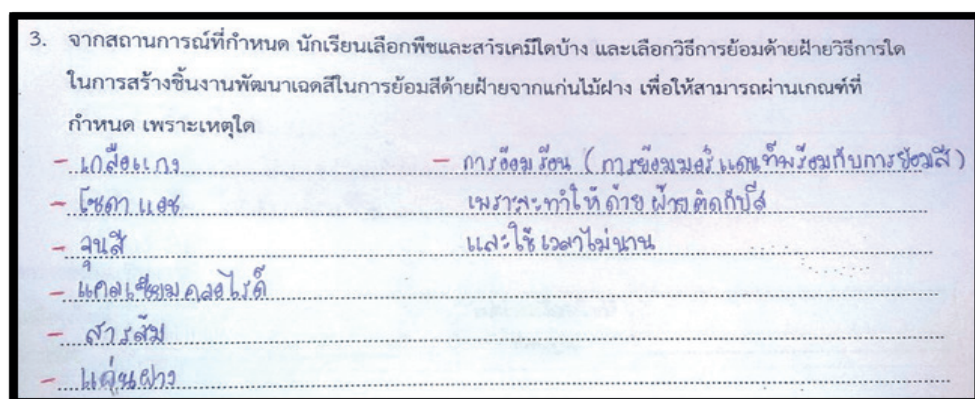
1.2 ครูผู้สอนสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การสร้างสร้งผลงาน โดยให้ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ผู้เรียนเริ่มวิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้ประเด็นคำถามหรือระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้ สืบเนื่องมาจากการได้รับความรู้จากการทบทวนความรู้เดิมและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นพบว่า ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา โดยใช้องค์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ สามารถนำไปสร้างสรรค์ผลงานจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.1 ครูผู้สอนให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสี โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำการค้นหให้กับผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีเส้นด้ายจากธรรมชาติ มีการระดมความคิดของภายในกลุ่ม เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหและสร้างสรรค์ผลงาน

2.2 ครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์จากสิ่งที่ได้รวบรวมข้อมูล โดยเน้นการทำงานกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีซึ่งกันและกัน การนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยการซักถามและให้ร่วมแสดงความคิดเห็น และสามารถนำข้อมูลหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการสร้างสรรค์ผลงาน

พบว่า ผู้เรียนสามารถคิดวิธีการพัฒนาเจดีย์ เลือกวัสดุอุปกรณ์ พืชและสารเคมี และเลือกวิธีการย้อมด้วยฝ้าย พร้อมบอกเหตุผลการเลือกใช้แนวคิดในการสร้างชิ้นงานภายในกลุ่ม โดยใช้ประเด็นคำถาม ดังตัวอย่างคำถามในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนใบกิจกรรมที่ 1

3. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ครูให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดจากการวิเคราะห์สถานการณ์ โดยให้ผู้เรียนเขียนภาพร่างการออกแบบวิธีการพัฒนาเจดีย์ วัสดุที่เลือกและคำนวณต้นทุนในการผลิต แล้วให้แต่ละกลุ่มนำเสนอพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ จากนั้นนำไปภาพร่างของกลุ่มไปรับอุปกรณ์ที่ครู ดังภาพที่ 2

ในขั้นตอนการแก้ปัญหา พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการแก้ไขปัญหาและมีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซักถามและแสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบและเลือกวัสดุนำไปสร้างสรรค์ผลงานตามเงื่อนไขที่กำหนด



ภาพที่ 2 ตัวอย่างภาพร่างการออกแบบวิธีการพัฒนาแนวคิดจากการย้อมสีด้วยฝ้ายจากแก่นไม้ฝาง ในใบกิจกรรมที่ 1

4. ขั้ววางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

เมื่อผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ครูจะให้ผู้เรียนการแก้ปัญหาโดยเน้นการปฏิบัติและการทำงานกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีทักษะการปฏิบัติและการทำงานกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีซึ่งกันและกัน

สำหรับบางกลุ่มที่ผู้เรียนไม่ได้ผลการแก้ปัญหาที่กลุ่มได้วางแผนไว้ สามารถกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าในขั้นตอนใดก็ได้ โดยครูผู้สอนกำหนดเงื่อนไขว่าถ้ามีการปรับปรุงในขั้นตอนใดต้องเขียนกระบวนการด้วยปากกาอีกสีที่ไม่เหมือนปากกาสีแรก เพื่อดูกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

ในขั้ววางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติย้อมสีด้วยฝ้ายจากแก่นไม้ฝางด้วยตัวเองพบว่า ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติและการทำงานกลุ่ม นอกจากนี้

ผู้เรียนมีความเข้าใจในการย้อมสีด้วยฝ้ายจากแก่นไม้ฝางมากขึ้นและสามารถสร้างสรรค์ผลงาน ที่เป็นรูปธรรมตามเงื่อนไขที่กำหนด

5. ขั้นตอนทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน

ครูผู้สอนทดสอบและประเมินผล ประเมินผลตามสภาพจริงจากการสร้างสรรค์ผลงานที่ โดยกำหนดคะแนนการประเมินคุณภาพชิ้นงานดังนี้ (1) ชิ้นงาน/ผลงาน (25 คะแนน) (2) เวลาที่ใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานทั้งหมด (10 คะแนน) (3) ต้นทุนการผลิต (10 คะแนน) (4) การนำเสนอผลงาน (15 คะแนน) (5) การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (15 คะแนน) และ (6) การบูรณาการความรู้ (STEM) (25 คะแนน) พบว่า ทุกกลุ่มผ่านเกณฑ์การทดสอบและการประเมินคุณภาพชิ้นงาน ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงาน ออกมาได้ อย่างมีประสิทธิภาพตามเงื่อนไขที่กำหนด ได้ผลการประเมินเฉลี่ยร้อยละ 79 ดังแสดงในตารางที่ 4

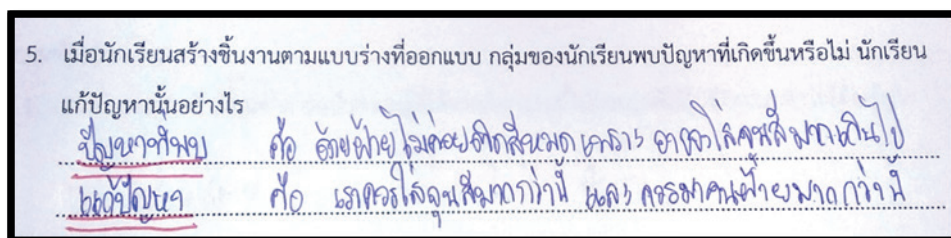
ตารางที่ 4 ผลคะแนนจากการประเมินคุณภาพชิ้นงาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1 Being Colorful on Cotton Yarns with STEM	88	78	72	79.3
2 Cotton Design STEM	79	87	77	81.0
3 Handmade Cotton Products with STEM	76	84	70	76.7
รวมคะแนน				79.0

6. ชี้นำเสนอวิธีแก้ปัญหาและ ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนทุกกลุ่มวิเคราะห์
ผลงานของกลุ่มตนเอง โดยเน้นให้ผู้เรียน

วิเคราะห์จุดเด่น จุดที่ควรปรับปรุงและพัฒนา
วิธีการหรือแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา
ผลงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นพร้อมให้
เหตุผลประกอบ ดังตัวอย่างในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำถามและคำตอบการวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนใน ใบกิจกรรมที่ 1

จากการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
และผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยผู้เรียน
ได้อภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน
ภายในกลุ่ม พบว่า มีการวิเคราะห์ผลงานของ
กลุ่มตนเองแตกต่างกันออกไป เนื่องจากผลงาน
ที่สร้างขึ้นมีความแตกต่างกัน แต่ได้เสนอแนว
ปรับปรุงและพัฒนาที่เหมือนกัน คือ อยาก
ปรับปรุงให้สีที่เกิดขึ้นจากการย้อมด้วยฝ้าย
สวยงามและได้เนื้อสีที่ชัดเจนมากขึ้นกว่านี้

สรุปผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ
แนวคิดสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นระบุปัญหา
(2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
กับปัญหา (3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
(4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
(5) ขั้นทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน และ
(6) ชี้นำเสนอวิธีแก้ปัญหาและผลการแก้
ปัญหาหรือชิ้นงาน

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแนวทางการ
จัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา
โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นระบุปัญหา (2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ขั้นทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน และ (6) ขั้นนำเสนอวิธีแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา การที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ของผู้เรียนตลอดจนนำไปสู่การสร้างสรค์ผลงานจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นกระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด วิเคราะห์แสวงหาความรู้และพัฒนาความรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง มีการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับสังคม (Dewey, 1975) สอดคล้องกับ McComb (2000) ที่ได้ศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนเป็นรายบุคคลมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาให้ผู้ได้ความรู้และสามารถเรียนรู้ได้ดีที่สุด ดังที่ พรชัย ภาพันธ์ (2545) ได้มีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และวีระพงษ์ แสงชู-โต (2552) นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ผู้เรียนสามารถคิดวิธีการพัฒนาผลงาน พร้อมบอกเหตุผลการเลือกใช้แนวคิดในการสร้างผลงาน ทั้งนี้อาจเกิดจากการสร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน

(Constructivist) ด้วยการปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนากระบวนการหาความรู้เพื่อใช้ในการออกแบบ โดยสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือสิ่งที่มีความรู้อยู่แล้ว ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นในการรวบรวมข้อมูลในการแก้ไขปัญหาของผู้เรียน ผู้เรียนยังได้รับประสบการณ์จากการค้นหาความรู้จากผู้อื่น และสิ่งต่าง ๆ รอบตัวจากการสืบค้นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองและสมาชิกคนอื่น ๆ สอดคล้องกับยุทธนา ชัยเจริญ (2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาพบว่าในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลนั้นผู้เรียนจะได้ศึกษาและหารูปแบบของการศึกษาเพื่อแก้ไขตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนสามารถมีทักษะการแก้ไขปัญหาและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม รวมทั้งสามารถออกแบบและเลือกวัสดุนำไปสร้างสรรค์ผลงานได้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่า การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดจากปฏิสัมพันธ์จากบริบทของสังคมที่ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้คิดและเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ที่มีอยู่ การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ด้านจิตใจ ภาษา และสังคม การสื่อสารและการสนทนาระหว่างการทำกิจกรรม ผู้เรียนได้มีการพัฒนาความคิดรวบยอดและความคิดในระดับที่สูงขึ้น (Scaffolding) (Gibbons, 2002)

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนมีการวางแผนและดำเนินการ

แก้ปัญหาตลอดจนสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นรูปธรรมเนื่องด้วยการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำ (Active Learning) (Kemmis & McTaggart, 1988) เป็นการสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่ได้ร่วมมือทำกิจกรรมต่าง ๆ และปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวได้อย่างกระตือรือร้น ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นโดยการตั้งคำถามของครูผู้สอน รวมทั้งได้เรียนรู้จากการปฏิบัติและมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ ในด้านความคิดและเหตุการณ์จากการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ อโนดาธ รัชเวทย์ วิชิณิปกรณ์ สมแก้ว และภาวิ อุปธิ (2560) พบว่า ผู้เรียนมีการรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบแนวทางการแก้ไขสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดจากการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา

5. ขั้นทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพชิ้นงาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ภายใต้สถานการณ์และข้อจำกัด เพื่อให้ผู้เรียนร่วมมือและพัฒนาศักยภาพของตนเองและสมาชิกภายในกลุ่ม (Slavin, 1995)

6. ขั้นนำเสนอวิธีแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์จุดเด่น จุดที่ควรผลงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้บูรณาการแนวคิดการจัดการเรียนรู้

แบบพหุปัญญาที่เน้นความสามารถทางด้านสติปัญญาของมนุษย์ 9 ด้าน ได้แก่ ภาษา ตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ ดนตรี มิติสัมพันธ์ เคลื่อนไหวร่างกาย มนุษยสัมพันธ์ เข้าใจตนเอง ธรรมชาติ และการคิดใคร่ครวญ โดยความสามารถของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอแนวทางการปรับปรุงผลของการศึกษาได้ (Anderson, Keith & Ian, 2013)

การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาที่หลากหลายทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ากรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้ความสำคัญกับการวางแผนการทดลอง การปฏิบัติงาน การออกแบบการทดลอง และการออกแบบสร้างสรรค์ผลงานผ่านการปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าและสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญของกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การนำภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนช่วยผู้เรียนเห็นคุณค่าและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันได้ (สุทธิดา จำรัส, 2560; สิรินภากิจเกื้อกูล, 2558) สอดคล้องกับเพียเจต์ (1986) ที่กล่าวว่า การสร้างองค์ความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างประสบการณ์ ความคิด พื้นฐานที่

ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนที่เน้นการลงมือปฏิบัติของผู้เรียนเน้น การลงมือปฏิบัติจริง และจัดการเรียนการสอนที่มีการเชื่อมโยงความรู้และทักษะทำให้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เช่นเดียวกับ ศศิเทพ ปิตุพรเทพิน (2558) ที่กล่าวไว้ว่าครูควรสร้างบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ด้วยตนเอง มากที่สุด และแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้นควรมีสภาพเสมือนจริงมากที่สุด รวมทั้ง จัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งใกล้ตัว และมีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (การสังเกต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความหมายและการสรุปความ) ตลอดจนกระบวนการทำงาน กลุ่ม การคิดแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมวิธีพัฒนาการคิดและการแสดงออกของผู้เรียนได้อย่างอิสระในบรรยากาศการเรียนรู้ ที่เป็นกัลยาณมิตร สอดคล้องกับยุทธนา ชัยเจริญ วรางคณา เขาคี และอนินดา รัชเวทย์ (2560) และน้ำฝน คูเจริญไพศาล, กิ่งแก้ว แก้วทิพย์, คุณัญญา นงศ์นวล และปิยะลักษณ์ หะริตะวัน (2560) ที่ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจขั้นตอน การจัดการเรียนการสอนตามกรอบแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นและ ปรับให้เข้ากับบริบทของสถานศึกษา

2. การวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานศึกษาควรจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการ กลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนทักษะการทำงานเป็นทีม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียน การสอนตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอื่น ๆ เช่น ภูมิปัญญา ด้านของเล่นพื้นบ้าน ภูมิปัญญาด้านที่อยู่อาศัย ภูมิปัญญาด้านวิถีชีวิตในด้านต่าง ๆ

2. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียน การสอนที่บูรณาการระหว่างทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์และทักษะของผู้เรียนใน ศตวรรษที่ 21

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. กรมวิชาการ. (2561). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: ศรุสสภา.
- กรมวิชาการ. กองวิจัยทางการศึกษา. (2542). *รายงานวิจัย เรื่อง ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ศรุสสภาลาดพร้าว.
- นิคม ชมภูหลง. (2548). *ภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่การเรียนรู้*. มหาสารคาม: อภิชิตการพิมพ์
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล, กิ่งแก้ว แก้วทิพย์, คุณัญญา นงศ์นวล และปิยะลักษณ์ หะริตะวัน. (2560). ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแปรรูปน้ำ ยางพารา ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(1), 23–37.
- รุ่ง แก้วแดง. (2542). ต่างคน ต่างคิด เส้นทางปฏิรูปการศึกษาไทย. *มติชน*, 1(8), 6.
- พรชัย ภาพันธ์. (2545). การนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา. *วิทยากร*, 101(1), 31–36.
- มนตรี จุฬาวัดมนมณฑล. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็ม”. *สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19, 3–14.
- ยุทธนา ชัยเจริญ, วรางคณา เขาคี และอนิดาห์ รัชเวทย์. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. การประชุมสวสนันท์หาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชาติ ครั้งที่ 1*, 1301–1314.
- วีระพงษ์ แสงชู-โต. (2552). *แนวทางการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น*. เชียงใหม่: โชตนาพรินท์
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2558). *สะเต็มศึกษา: ความท้าทายใหม่ของวงการการศึกษา*. สงขลา: นำคิดป๊อโฆษณา จำกัด
- สิรินณา กิจเอื้อกุล. (2558). สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(2), 201–207.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช*, 10(2), 13–34
- ศศิเทพ ปิติเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21*. สมุทรปราการ: บอสส์การพิมพ์
- วคินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). *เรื่อนำรู้เกี่ยวกับ STEM Education สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อโนดาช รัชเวทย์, ฐิณีปกรณ์ สมแก้ว และปภาวี อุปธิ. (2560). การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยพาร์อีสเทิร์น*, 11(3), 226–238.

Anderson, D., Keith, B. L., and Ian, S. G. (2013). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 101 – 131.

Chamrat, S., Manokarn, M., & Thammaprateep, J. (2019, March). STEM literacy questionnaire as an instrument for STEM education research field: Development, implementation and utility. In AIP Conference Proceedings, 2081(1), 030013.

Gibbons, P. (2002). *Scaffolding Language, Scaffolding Learning*. Portsmouth, NH: Heinmann.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). Introduction: the nature of action research. *The Action Research Planner*, 5–28.

McCombs, B. L. (2000). *Assessing the role of educational technology in the teaching and learning process: A learner-centered perspective*. 17 p.; In: The Secretary's Conference on Educational Technology, 2000: Measuring Impacts and Shaping the Future. [Proceedings] (Alexandria, VA, September 11–12, 2000).

Dewey, J. (1976). *Moral principle in education*. Boston: Houghton Mifflin Co.

Piaget, J. (1986). *The construction of reality in the child*. New York: Ballantine Books.

Piaget, S. (1962). *The language and thoughts of the child*. Trans. M. Gabain. Cleveland, OH: Meridian.

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning*. New York: Longman.