



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม
สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู

Developing Instructional Activities through a Community and Problem-Based
Learning Approach to Promote Environmental Literacy in Student Teachers

อาทิตยา ขาวพราาย*

Arthitaya Khaopraay

Received : September 5, 2024

Revised : December 9, 2024

Accepted : February 11, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู และเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 25 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (POF3) โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐาน รายวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม แบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัดการรู้สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแบบวัดที่มีข้อคำถามตาม องค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ แบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม แบบวัดเจตคติด้าน สิ่งแวดล้อม และแบบวัดพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม และบทปฏิบัติการ ใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและ ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูลและวิธีรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 8 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สำรวจและค้นหาประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ในชุมชน ขั้นที่ 2 สืบเสาะแสวงหาความรู้ ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ขั้นที่ 4 วิเคราะห์สถานการณ์ และกำหนดทางเลือก ขั้นที่ 5 วางแผนจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ขั้นที่ 6 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ขั้นที่ 7 นำเสนอและเผยแพร่ผลงานสู่ชุมชน และขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนผล 2) การรู้สิ่งแวดล้อม ของนักศึกษาที่ได้รับการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐาน ด้านความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมมี คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 26.00 (S.D. = 0.56) อยู่ในระดับดีเยี่ยม ด้านเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม มีคะแนน เฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.72 (S.D. = 0.28) ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และด้านพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Lecturer in General Science, Faculty of Education, Phetchabun Rajabhat University

(Corresponding Author) e-mail: arthitaya.kha@pcru.ac.th

มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.45 (S.D. = 0.25) ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และ 3) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานสามารถส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมให้มีระดับการรู้สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติการจากระดับปานกลางเป็นระดับสูง

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานร่วมกับปัญหาเป็นฐาน / การรู้สิ่งแวดล้อม / ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม / เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม / พฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม

ABSTRACT

This action research aimed to develop instructional activities through a community- and problem-based learning approach to promote environmental literacy in student teachers and to assess the outcomes of implementing such activities. A total of 25 student teachers enrolled in a general science program at the Faculty of Education at Phetchabun Rajabhat University were purposively selected as research participants during the first semester of the 2023 academic year. The research instruments included: 1) lesson plans (PQF3) designed using a community- and problem-based learning approach for a course in environmental science; 2) reflective journals on the instructional activities; 3) a test assessing three aspects of environmental literacy in the participants, including knowledge of, attitudes toward, and behaviors toward the environment; 4) an operational guideline. Data analysis was performed using content analysis, and data collection was validated through data triangulation. The findings were as follows: 1) There were eight steps for implementing instructional activities through a community- and problem-based learning approach to promote environmental literacy in student teachers, consisting of Step 1—exploring and identifying the community's environmental problem; Step 2—seeking knowledge; Step 3—studying the causes and effects; Step 4—analyzing the circumstances and determining alternatives; Step 5—planning to solve the community's environmental problem; Step 6—working on a solution to the problem; Step 7—presenting and publicizing the outcome to the community; and Step 8—discussing and reflecting. 2) After participating in such instructional activities, the student teachers exhibited very high levels of the three aspects of environmental literacy, including knowledge of, attitudes toward, and behaviors toward the environment, at 26.00 (S.D. = 0.56), 4.72 (S.D. = 0.28), and 4.72 (S.D. = 0.28), respectively. 3) Such instructional activities can increase the level of environmental literacy from a moderate to a high level at the end of the research cycle.

Keywords : Instructional Activities through a Community and Problem-based Learning Approach
/ Environmental Literacy / Environmental Knowledge /
Environmental Attitudes / Environmental Behaviors

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรู้สิ่งแวดล้อม (Environmental Literacy) เป็นความเข้าใจในระดับพื้นฐานเกี่ยวกับผลกระทบของมนุษย์และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ซึ่งผลกระทบได้รับมาจากการกระทำของมนุษย์ต่อพืชและสัตว์ โดยผลกระทบนี้มีทั้งระยะสั้นและระยะยาว ตลอดจนการหาสาเหตุ วิเคราะห์และสรุปผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม มีพฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม มีทักษะทางปัญญา และแรงจูงใจที่ดีที่จะใช้ทักษะเหล่านั้นในการมีส่วนร่วมทำงานด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการรับรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นบุคคลจึงต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ เจตคติและทักษะในการรักษา ฟื้นฟู และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม (Hollweg, et al., 2011, p. 2, Noochuai & Koraneekij, 2019) ดังนั้นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีการรู้สิ่งแวดล้อมนั้นจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ชีวิต ทั้งการเรียนรู้ในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ประเด็นทางสังคมและการตัดสินใจ ด้านสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อมจากแนวคิดของนักการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อมมี 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Knowledge) เจตคติต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Attitude) และพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Behavior) (Liu, et al., 2015; Liang, et al., 2018; Cherdymova, et al., 2018)

การเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ที่ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับบุคคลและความต้องการของชุมชน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจากสถานการณ์จริงในชุมชน (Jensantikul, 2021) ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มสรณนิยม (Constructivist Theory) โดยมีกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Marra, et al., 2014) โดยกระบวนการสร้างความรู้นั้น ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นด้วยคำถามหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมผ่านกิจกรรมของกระบวนการกลุ่มหรือการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อให้เกิดการซึมซับประสบการณ์ใหม่ การใช้แนวทางการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับปัญหาจริงในชุมชน พร้อมกับการกระตุ้นการมีส่วนร่วมและการคิดวิเคราะห์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้จากชุมชนไม่เพียงแต่ช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจลึกซึ้งเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นเท่านั้น แต่ยังสามารถฝึกฝนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณการทำงานร่วมกับผู้อื่น และการพัฒนาโซลูชันที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในชุมชน ดังงานวิจัยของ Sung & Hsu (2019) ซึ่งได้ศึกษาการใช้การเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานในการส่งเสริมการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ท้องถิ่นและปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ผลการวิจัยพบว่า การใช้ชุมชนเป็นฐานสามารถ

เพิ่มพูนการรับรู้และการเข้าใจถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และงานวิจัยของ Tan & Ng (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับการมีส่วนร่วมในชุมชนเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจด้านการศึกษาสีสิ่งแวดล้อมในนักศึกษาครู การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้จากปัญหาจริงที่เกิดขึ้นในชุมชนสามารถกระตุ้นให้นักศึกษามีความรู้และทักษะในการพัฒนาโซลูชันที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม งานวิจัยหลายชิ้นในปัจจุบันไม่ได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาเกี่ยวกับบริบทที่แตกต่างกันของชุมชนที่มีผลต่อการประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและชุมชนเป็นฐานในการส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม เนื่องจากแต่ละชุมชนมีปัญหาสีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป อาจมีอิทธิพลต่อการรับรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู ซึ่งเป็นการศึกษาที่ให้ความสำคัญกับบริบทของชุมชนที่ เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับการดำรงชีวิตประจำวันและอาชีพครูของตนเองได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู
2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 25 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เพื่อศึกษาแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาวิชาชีพครู ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในชุมชน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือวิจัยที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (PQF3) โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐาน รายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หัวข้อ การแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในชุมชน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 16 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูจากแนวคิดของนักการศึกษา มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สำรวจและค้นหาประเด็นปัญหาสีสิ่งแวดล้อมในชุมชน 2) สืบเสาะแสวงหาความรู้ 3) วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ 4) วิเคราะห์สถานการณ์และกำหนดทางเลือก 5) วางแผนจัดการปัญหาสีสิ่งแวดล้อมในชุมชน 6) ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา 7) นำเสนอและเผยแพร่ผลงานสู่ชุมชน 8) แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนผล โดยผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ที่ 4.78

2. แบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยและผู้สังเกต ทั้งหมด 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้สอนที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา ใช้ในการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา ในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า แบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ที่ 4.82

3. แบบวัดการรู้สิ่งแวดล้อม เป็นแบบวัดที่มีข้อคำถามตามองค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ด้าน ได้แก่

3.1 แบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Knowledge Test) เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีหลักการตรวจคะแนนจากกระดาษคำตอบคือข้อที่ตอบถูกคะแนนเป็น 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้เลือกข้อที่ถูกเพียงข้อเดียวคะแนนเป็น 0 โดยมีเกณฑ์ในการวัดระดับความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักศึกษา (Phanyosri, 2015) ได้แก่ ร้อยละ 80-100 มีค่าเป็นระดับดีเยี่ยม ร้อยละ 70-79 มีค่าเป็นระดับดี ร้อยละ 60-69 มีค่าเป็นระดับพอใช้ ร้อยละ 50-59 มีค่าเป็นระดับผ่าน ร้อยละ 0-49 มีค่าเป็นระดับไม่ผ่าน พบว่า แบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม มีความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.24-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27-0.62 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.78

3.2 แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Attitude Test) เป็นแบบวัดเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งข้อคำถามมีลักษณะเป็นข้อความที่มีลักษณะเชิงบวก จำนวน 15 ข้อ และข้อความที่มีลักษณะเชิงลบ จำนวน 15 ข้อ มีเกณฑ์การแปลความหมายระดับเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักศึกษา (Phanyosri & Chuchart, 2016) โดย ค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 คะแนน มีค่าเป็น ดีมาก ค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 คะแนน มีค่าเป็น ดี ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 คะแนน มีค่าเป็น ปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 คะแนน มีค่าเป็น พอใช้ ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 คะแนน มีค่าเป็น ควรปรับปรุง แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.70

3.3 แบบวัดพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Behavior Test) เป็นแบบวัดพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ทั้งหมด 16 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบเหมือนกับแบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และมีเกณฑ์การแปลความหมายระดับพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาเหมือนกับเกณฑ์การแปลความหมายระดับเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักศึกษา ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.76

4. บทปฏิบัติการ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนการสอน (PQF3) โดยใช้ชุมชนเป็น

ฐานร่วมกับปัญหาเป็นฐาน และผ่านการตรวจสอบคุณภาพของใบปฏิบัติการกิจกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การประเมินการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีขั้นตอนการดำเนินการเป็นวงรอบ แต่ละวงรอบประกอบด้วย 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผล จำนวน 3 วงรอบปฏิบัติการ (Kemmis, McTaggart & Nixon, 2014) โดยเริ่มจากให้นักศึกษาทำแบบวัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมก่อนเรียน จากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานร่วมกับปัญหาเป็นฐาน ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักศึกษาทำบทปฏิบัติการและบันทึกข้อมูลลงในบทปฏิบัติการ ผู้วิจัยและผู้สังเกตการวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงรอบแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบวัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมหลังเรียน ทั้ง 3 แบบวัด

การวิเคราะห์ผลการวิจัย

1. วิเคราะห์วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานร่วมกับปัญหาเป็นฐานที่ดีที่สุดที่ส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากผู้สอนด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนด้านการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา และผู้วิจัยในแต่ละวงรอบปฏิบัติการมาจัดระเบียบข้อมูล และสรุปภาพรวมเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบต่อไป และดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลโดยใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation) ซึ่งทำการตรวจสอบโดยนำข้อมูลการสะท้อนผลที่ได้จากตัวผู้วิจัย ผู้สอนด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนด้านการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา มาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลของการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่ตรงกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ในการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลนั้น หากข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่ต่างกัน ให้ผลในประเด็นที่เหมือนกัน จากการใช้เครื่องมือเดียวกัน แสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งหมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยมีความสอดคล้องต่อการส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมและส่งผลให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ

2. วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูจากบทปฏิบัติการและแบบวัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 แบบวัด โดยทำการตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาคิดเป็นร้อยละเพื่อนำมาจัดระดับการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม 5 ระดับ (ดัดแปลงมาจาก Ampai, 2015) ได้แก่ ร้อยละ 0.00-19.99 ระดับต่ำ ร้อยละ 20.00-39.99 ระดับค่อนข้างต่ำ ร้อยละ 40.00-59.99 ระดับปานกลาง ร้อยละ 60.00-79.99 ระดับค่อนข้างสูง ร้อยละ 80.00-100.00 ระดับสูง จากนั้นตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลโดยใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลด้วยวิธีการ (Method Triangulation) โดยนำผลการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมที่ได้จากบทปฏิบัติการระหว่างเรียนมาเปรียบเทียบกับแบบวัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ด้าน เพื่อหาพัฒนาการระดับการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาวิชาชีพครู

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 สำรวจและค้นหาประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจโดยการตั้งคำถามให้นักศึกษาสร้างประเด็นการเรียนรู้จากคำถาม และนำกรณีตัวอย่างประเด็นปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมมาให้ให้นักศึกษาได้อภิปรายร่วมกัน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นและใช้กรณีตัวอย่างปัญหามลพิษทางขยะของตลาดใน จังหวัดพิจิตร ซึ่งอยู่ริมแม่น้ำน่าน และมีสภาพปัญหาที่ใกล้เคียงกับชุมชนตลาดปากน้ำ ทำให้นักศึกษาให้ความสนใจกับกรณีตัวอย่างที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างให้ศึกษา แต่นักศึกษายังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหา สาเหตุ และผลกระทบได้ครบถ้วน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้สอนที่มีประสบการณ์ด้านการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา ที่กล่าวว่า “นักศึกษายังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหา สาเหตุ และผลกระทบได้ครบถ้วน” (ผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา, 3 สิงหาคม 2566) ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักศึกษาได้ออกไปสำรวจสภาพแวดล้อมในพื้นที่ชุมชนตลาดปากน้ำซึ่งอยู่ริมแม่น้ำป่าสัก เพื่อศึกษาบริบทและปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน เพื่อค้นหาสิ่งที่ตนเองสนใจและประเด็นที่อยากเรียนรู้ โดยศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของพื้นที่ ภูมิโนเวศ การใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ผลกระทบ ซึ่งนักศึกษาใช้วิธีการในการศึกษาในรูปแบบต่างๆ เช่น การสำรวจ สัมภาษณ์ บันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว และบันทึกการสังเกต และนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำเป็นแผนที่ของพื้นที่ศึกษา พบว่า นักศึกษาสามารถระบุประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม สาเหตุ ผลกระทบทั้งหมดมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ครบถ้วน และในบทปฏิบัติการที่นักศึกษาได้บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาได้พบว่า ชุมชนตลาดปากน้ำมีปัญหาขยะที่เกิดจากเศษผัก ผลไม้ และอาหารที่เหลือจากร้านค้า ส่งผลเกิดการเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็นในตลาด และยังส่งผลกระทบให้เกิดน้ำเน่าเสียในแม่น้ำป่าสักอันเนื่องมาจากขยะอินทรีย์ที่หรือน้ำขยะอินทรีย์ไหลลงสู่แม่น้ำ นักศึกษาจึงมีความคิดในการร่วมมือกันในการช่วยกำจัดหรือนำขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในตลาดไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น และส่งเสริมความตระหนักให้กับแม่ค้าในชุมชนตลาดปากน้ำ เช่น “อยากช่วยกันกำจัดขยะอินทรีย์หรือนำขยะจำพวกเศษผักหรือผลไม้ไปแปรรูปหรือนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น จะช่วยลดผลกระทบ และทำให้ตลาดน่าเดินมากขึ้น” (นักศึกษาคนที่ 5, 17 สิงหาคม 2566)

ขั้นที่ 2 สืบเสาะแสวงหาความรู้ ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักศึกษาค้นหาข้อมูลประกอบเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่นักศึกษาสนใจ โดยแหล่งค้นคว้าข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เช่น สืบค้นจากอินเทอร์เน็ตหรือเอกสารในห้องสมุด ซึ่งพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษาค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่นักศึกษาสนใจได้จากอินเทอร์เน็ต แต่มีข้อมูลบางอย่างที่ไม่สามารถค้นหาได้ในอินเทอร์เน็ต เช่น ระบบการจัดการขยะของชุมชนตลาดปากน้ำ ผลกระทบในด้านต่างๆ ของขยะที่เกิดจากชุมชนตลาดปากน้ำ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้สอนที่มีประสบการณ์ด้านการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา ที่กล่าวว่า “มีข้อมูลบางอย่างที่นักศึกษาไม่สามารถค้นหาได้ในอินเทอร์เน็ต ควรให้นักศึกษาได้ลงพื้นที่สำรวจเพื่อสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง” (ผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา, 10 สิงหาคม 2566) ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักศึกษาได้ลงพื้นที่เพื่อเสาะหาความรู้ที่ตนเองต้องการ เพื่อสำรวจตรวจสอบว่าประเด็นปัญหาหรือสิ่งที่นักศึกษาสนใจนั้น

มีองค์ความรู้อะไรซ่อนอยู่บ้าง ส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนอย่างไร พบว่า เมื่อนักศึกษาได้ลงพื้นที่ องค์กรความรู้ที่อยู่ในพื้นที่หรือชุมชนเป็นแกนสาระสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลได้เป็นอย่างดี และในบทปฏิบัติการที่นักศึกษาได้บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาได้พบว่าสาระสำคัญต่างๆ ที่ได้จากการลงพื้นที่นั้นใช้เป็นข้อมูลสำคัญได้มากขึ้น เช่น “ข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่ทำให้เราได้ข้อมูลที่สำคัญได้เพิ่มมากขึ้น บางทีข้อมูลจากการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตอาจไม่จำเป็นเลย อีกทั้งยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่อไปได้ด้วย” (นักศึกษาคนที่ 11, 24 สิงหาคม 2566)

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ เป็นขั้นตอนที่นักศึกษานำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 ที่ได้จัดระเบียบข้อมูลเป็นหมวดหมู่ดีแล้ว มาใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างคนกับสิ่งแวดล้อม สิ่งใดเป็นเหตุ สิ่งใดเป็นผล และเกี่ยวข้องกันอย่างไร ซึ่งพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษาสามารถวิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล เช่น ปัญหาสารเคมีตกค้างในดินบริเวณพื้นที่ทำการเกษตรในชุมชนตลาดปากน้ำ มีสาเหตุมาจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกร ส่งผลกระทบดินบริเวณนั้นเสื่อมสภาพและมีสารตกค้างในดินและส่งผลให้ผลิตทางการเกษตรลดลง และยังพบว่าการวิเคราะห์ในบางประเด็นยังติดขัดซึ่งเกิดจากการหาข้อมูลพื้นฐานนั้นขั้นที่ 2 ไม่เพียงพอ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของผู้สอนที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวว่า “มีบางประเด็นที่นักศึกษาวิเคราะห์เชื่อมโยงไม่ได้ เพราะข้อมูลที่หามานั้นยังไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องให้นักศึกษากลับไปค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นเหล่านั้น เพื่อให้การวิเคราะห์สมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น” (ผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์, 10 สิงหาคม 2566) ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงแนะนำเครื่องมือง่ายๆ เพื่อให้นักศึกษาใช้สำหรับวิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา เช่น ต้นไม้แห่งปัญหา แผนที่ความคิด หรือการใช้คำคะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญ พบว่า ในบทปฏิบัติการที่นักศึกษาได้บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาได้พบว่าการใช้เครื่องมือต่างๆ นั้นช่วยให้สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยงได้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์สถานการณ์และกำหนดทางเลือก เป็นขั้นตอนที่นักศึกษานำผลการวิเคราะห์จากขั้นที่ 3 มาประเมินความเสียหาย ทั้งทางธรรมชาติ เศรษฐกิจ สังคม สุขภาพ และชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนตลาดปากน้ำ ว่ามีต้นเหตุมาจากอะไรและหาทางเลือกเพื่อจัดการกับปัญหาและสาเหตุตามความเหมาะสม ดังนั้นนักศึกษาจึงต้องประเมินค่าให้ได้ว่าจากความสัมพันธ์ของเหตุปัจจัยในแต่ละส่วนที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วนั้น อะไรมีความสำคัญมากน้อยกว่ากัน ก็จะสามารถนำไปสู่การกำหนดทางเลือกและการจัดการกับปัญหาเหล่านั้นได้ ซึ่งพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษาวิเคราะห์สถานการณ์และประเมินความเสียหายทางด้านต่างๆ เกี่ยวกับขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในตลาดปากน้ำ แต่ยังไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้ ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยสวมบทบาทเป็น “ครูช่างถาม” ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นและต่อยอดความคิดจากสิ่งที่นักศึกษาได้เรียนรู้หรือได้คิด เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสม คอยช่วยให้คำแนะนำทางเลือกที่เป็นไปได้และนักศึกษามารถจัดการได้ด้วยตนเอง พบว่า ในบทปฏิบัติการที่นักศึกษาได้บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาได้พบว่า นักศึกษามารถจัดลำดับความสำคัญของปัญหาว่าปัญหาใดที่ควรเลือกจัดการก่อน และนักศึกษามารถหาทางเลือกที่มีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ ได้แก่ ทางเลือกที่มีอยู่เดิมและทางเลือกใหม่ เช่น “ปัญหาขยะ

อินทรีได้แก่ เศษผัก ผลไม้ หรืออาหาร ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในตลาด เช่น โรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร ขยะประเภทดังกล่าวเกิดขึ้นในทุกๆ วัน ทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะอินทรี คือ การทำถังหมักขยะอินทรี ซึ่งเป็นทางเลือกที่มีอยู่เดิม แต่ยังไม่เคยนำมาใช้ในชุมชนตลาดปากน้ำ และคนในตลาดสามารถจัดการขยะโดยวิธีการนี้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปริมาณขยะอินทรีแล้วยังสามารถนำไปทำเป็นน้ำหมักชีวภาพได้อีกด้วย” (นักศึกษาคนที่ 17, 17 สิงหาคม 2566)

ขั้นที่ 5 วางแผนจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน เป็นขั้นตอนที่นักศึกษานำทางเลือกที่ได้จากขั้นที่ 4 มาวางแผนการทำงานว่าจะทำที่ไหน กับใคร ทำอย่างไร ติดต่อประสานงานกับใคร ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อะไรบ้าง ขอความร่วมมือในการทำงาน/ช่วยเหลือจากใคร ลงมือทำเมื่อไหร่ มีการกำหนดแผนงานและเวลาอย่างไร และพื้นที่ในการทำงานมีข้อจำกัดในเรื่องใดบ้าง ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระตุ้นให้นักศึกษานำชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาหรือเป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำในการปฏิบัติงาน ซึ่งพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษาร่วมกันวางแผนการทำงาน และขอคำปรึกษาจากชุมชนให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการทำงาน แต่นักศึกษายังขาดกระบวนการทำงานที่เป็นระบบ ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงใช้กระบวนการบริหารคุณภาพ PDCA มาใช้ประกอบการวางแผนร่วมกันกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาทำงานได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น พบว่า ในบทปฏิบัติการที่นักศึกษาได้บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาได้พบว่า นักศึกษาสามารถวางแผนการทำงานได้เป็นระบบและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการทำงานในชุมชนของนักศึกษาที่ได้วางแผนไว้ในขั้นตอนที่ 5 ซึ่งเกิดจากการวางแผนร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและนักศึกษา ซึ่งเมื่อได้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาแล้วนักศึกษารู้ว่าทางเลือกที่เขาคิดนั้นสามารถแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนตลาดปากน้ำได้หรือไม่ เพราะเมื่อนักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติจะเกิดองค์ความรู้ขึ้นจากการปฏิบัติจริงในตอนท้ายของกระบวนการ ซึ่งพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษาออกแบบชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละประเด็น ได้แก่ ถังหมักขยะอินทรี EM ball และ น้ำหมักชีวภาพ ถ่านไบโอชา และลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมตามแผนที่วางไว้ แต่ยังพบปัญหา เช่น แม่คำในตลาดมีความต้องการนำขยะอินทรีไปใช้ในการทำน้ำหมักชีวภาพ จึงต้องการให้นักศึกษาบอกถึงประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของพืช และยังพบปัญหาการทำงานเชิงระบบ ปัญหาการทำงานร่วมกับผู้อื่น ปัญหาการสื่อสารในกลุ่มของนักศึกษา ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักศึกษาได้ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของพืช และนำผลการทดลองที่ได้ไปเผยแพร่ให้กับแม่คำที่ต้องการทราบ และผู้วิจัยให้ความใกล้ชิดกับนักศึกษาเพื่อช่วยแก้ปัญหาในระหว่างการทำงาน เน้นการกระตุ้นให้นักศึกษาหาทางเลือกหรือวิธีการที่สามารถจัดการกับปัญหาในระหว่างการลงมือปฏิบัติ สอนวิธีการทำงานเชิงระบบให้กับนักศึกษา สอนการทำงานร่วมกับผู้อื่น การสื่อสารในกลุ่ม เพื่อให้ได้งานตามเป้าหมาย นักศึกษาได้พบว่า นักศึกษาสามารถสื่อสารในกลุ่มให้เข้าใจได้มากยิ่งขึ้น มีการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ และนวัตกรรมที่นักศึกษาได้ออกแบบและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนตลาดปากน้ำมีประสิทธิภาพเป็นที่พึงพอใจของคนในชุมชน ทำให้นักศึกษาเกิดความภาคภูมิใจในชิ้นงานของตนเองและของกลุ่ม

ขั้นที่ 7 นำเสนอและเผยแพร่ผลงานสู่ชุมชน เป็นขั้นตอนที่นักศึกษานำเสนอและเผยแพร่นวัตกรรมหรือผลงานที่นักศึกษาได้ทำสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนตลาดปากน้ำ ให้ชุมชนได้รับทราบและสามารถนำไปปฏิบัติได้ นักศึกษาร่วมกันจัดกิจกรรมรณรงค์ให้ความรู้และเผยแพร่นวัตกรรมแก้ไขปัญหามลพิษในชุมชน พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคนในชุมชนตลาดปากน้ำ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักศึกษาใช้วิธีการนำเสนอผลงานโดยมีภาพถ่ายนวัตกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นักศึกษาก่อสร้างขึ้น จึงทำให้คนในชุมชนบางส่วนไม่เข้าใจหรือไม่สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันของตนเองได้ ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงให้นักศึกษาทำแผนภาพ แผ่นพับ รายละเอียดข้อมูลต่างๆ ของนวัตกรรมที่นักศึกษาก่อสร้างขึ้นให้คนในชุมชนเข้าใจในรูปแบบอย่างง่าย พบว่า ในบทปฏิบัติการที่นักศึกษาดำเนินการหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาได้พบว่า นักศึกษาจัดทำรายละเอียดข้อมูลนวัตกรรมที่นักศึกษาก่อสร้างขึ้นในรูปแบบที่คนในชุมชนเข้าใจได้ง่าย เช่น แผ่นพับ โดยในแผ่นภาพจะเน้นเป็นรูปภาพเพื่อให้คนในชุมชนเข้าใจได้ง่าย อีกทั้งนักศึกษายังได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคนในชุมชนตลาดปากน้ำ สะท้อนมุมมองที่รอบด้านของปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นในตลาดปากน้ำ เมื่อนักศึกษาได้ทราบมุมมองหรือปัญหามลพิษในด้านอื่นๆ จากคนในชุมชนตลาดปากน้ำ ทำให้นักศึกษาต้องการที่จะเข้าไปช่วยแก้ไขปัญหานั้นอย่างเต็มที่

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนผล เป็นขั้นตอนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน โดยผู้วิจัยจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนผลในชั้นเรียน ให้นักศึกษาบอกเล่าความรู้ที่นักศึกษาได้เรียนรู้และสิ่งที่นักศึกษาได้ปฏิบัติว่ามีความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมและชุมชนที่นักศึกษายู่อย่างไร ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักศึกษาแต่ละคนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนผลโดยการบอกเล่า จึงทำให้ผู้วิจัย ผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา และเพื่อนนักศึกษามองไม่เห็นภาพหรือกระบวนการทำงาน ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงให้นักศึกษาใช้เครื่องมือการสะท้อนผลการแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการ 5 ภาพ แบบ PBL (ปัญหา สาเหตุ ผลกระทบ วิธีการแก้ไข ผลการแก้ไข (ภาพที่เกิดขึ้นจากการแก้ไข)) และสะท้อนผลการทำงานด้วย 5 นิ้ว (รู้สึกอะไร ประทับใจอะไร ได้เรียนรู้ อะไร ได้ทักษะอะไร นำไปใช้ได้อย่างไร) พบว่า ในบทปฏิบัติการที่นักศึกษาดำเนินการหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาสะท้อนว่า นักศึกษาได้สะท้อนผลการแก้ไขปัญหาและผลการทำงานในพื้นที่ มองเห็นภาพการแก้ไขปัญหาและการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ จึงทำให้นักศึกษารู้สึกว่าตนเองมีคุณค่าต่อสังคม มีเจตคติที่ดีต่อการช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชน มีทักษะในการใช้ชีวิตในสังคมเพื่อสิ่งแวดล้อมในชุมชนของตนเอง (นักศึกษาคณ.ที่ 21, 31 สิงหาคม 2566)

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู

ผลการวิเคราะห์การเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาวิชาชีพครูโดยวัดจากแบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และแบบวัดพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าสอดคล้องกับการวิเคราะห์บทปฏิบัติการในแต่ละวงจรปฏิบัติการ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู ทั้ง 3 ด้าน

รายการ	ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (คะแนนเต็ม 30)				เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม (คะแนนเต็ม 5)			พฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม (คะแนนเต็ม 5)		
	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	ระดับความรู้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับเจตคติ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับพฤติกรรม
ก่อนเรียน	11.00	0.65	40.33	ไม่ผ่าน	2.42	0.13	พอใช้	2.43	0.11	พอใช้
วงจรปฏิบัติการ ที่ 1	15.00	0.27	50.00	ผ่าน	2.59	0.22	พอใช้	2.55	0.14	พอใช้
วงจรปฏิบัติการ ที่ 2	19.00	0.39	63.33	พอใช้	3.32	0.14	ปานกลาง	3.34	0.21	ปานกลาง
วงจรปฏิบัติการ ที่ 3	22.00	0.34	73.33	ดี	4.10	0.24	ดี	4.10	0.24	ดี
หลังเรียน	26.00	0.56	86.66	ดีเยี่ยม	4.72	0.28	ดีมาก	4.45	0.25	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักศึกษาที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานก่อนและหลังเรียนสูงขึ้นทั้งในรายองค์ประกอบและในภาพรวม โดยเมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ พบว่า 1) ด้านความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 11.00 (S.D. = 0.65) คิดเป็นร้อยละ 40.33 อยู่ในระดับ ไม่ผ่าน และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 26.00 (S.D. = 2.56) คิดเป็นร้อยละ 86.66 อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม 2) ด้านเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.42 (S.D. = 0.13) ซึ่งอยู่ในระดับ พอใช้ และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.72 (S.D. = 0.28) ซึ่งอยู่ในระดับ ดีมาก 3) ด้านพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.43 (S.D. = 0.11) ซึ่งอยู่ในระดับ พอใช้ และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.45 (S.D. = 0.25) ซึ่งอยู่ในระดับ ดีมาก

เมื่อวิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครูจากบทปฏิบัติการและแบบวัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 แบบวัด โดยทำการตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาคิดเป็นร้อยละเพื่อนำมาจัดระดับการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม 5 ระดับ พบว่า สอดคล้องกับการวิเคราะห์บทปฏิบัติการในแต่ละวงจรปฏิบัติการ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับการรู้สิ่งแวดล้อมของนักศึกษา เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐาน

รายการ	ร้อยละของคะแนนการรู้สิ่งแวดล้อม				ระดับการรู้สิ่งแวดล้อม
	ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม	เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อม	ค่าเฉลี่ยของร้อยละของคะแนนรวม	
ก่อนเรียน	40.33	40.40	48.60	43.11	ปานกลาง
วงจรปฏิบัติการที่ 1	50.00	51.80	51.00	50.93	ปานกลาง
วงจรปฏิบัติการที่ 2	63.33	66.40	66.80	65.51	ค่อนข้างสูง
วงจรปฏิบัติการที่ 3	73.33	82.00	82.00	79.11	ค่อนข้างสูง
หลังเรียน	86.66	94.40	89.00	90.02	สูง

จากตารางที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานสามารถส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมให้มีระดับการรู้สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติการ จากระดับปานกลาง (ร้อยละ 50.93) ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นระดับค่อนข้างสูง (ร้อยละ 65.51) ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และระดับค่อนข้างสูง (ร้อยละ 79.11) ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามลำดับ ภายหลังการทำแบบวัดการรู้สิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ด้าน นักเรียนมีระดับการรู้สิ่งแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้นจากระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.11) เป็นระดับสูง (ร้อยละ 90.02) เช่นเดียวกัน

อภิปรายผลการวิจัย

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 8 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สำรวจและค้นหาประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ขั้นที่ 2 สืบเสาะแสวงหาความรู้ ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ขั้นที่ 4 วิเคราะห์สถานการณ์และกำหนดทางเลือก ขั้นที่ 5 วางแผนจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน ขั้นที่ 6 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา ขั้นที่ 7 นำเสนอและเผยแพร่ผลงานสู่ชุมชน และขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อน กิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้นดังกล่าวเน้นการเสริมสร้างการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริบทจริงของชุมชน พร้อมกับการกระตุ้นการมีส่วนร่วมและการคิดวิเคราะห์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ผักผ่อนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำไปใช้ได้จริงในชุมชน จากงานวิจัยพบว่านักศึกษามีระดับความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดีเยี่ยม มีระดับเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดีมาก และมีระดับพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ยังพบว่านักศึกษามีระดับการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นักศึกษาได้เรียนรู้นั้นเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ใกล้ตัวนักศึกษาและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jai-on & Bangtho (2022) ซึ่งกล่าวว่าการใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและใกล้ตัวนักศึกษาเป็นตัวกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจในการตั้งคำถามและอยากที่จะค้นหาคำตอบ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sung & Hsu (2019) ได้ทำวิจัยเรื่อง การเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานสำหรับการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม: การเชื่อมโยง

ความรู้ท้องถิ่นและปัญหาสิ่งแวดล้อม พบว่า การใช้แนวทางการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานที่เชื่อมโยงความรู้ท้องถิ่นและปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมในนักศึกษา โดยการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชุมชน นักศึกษาไม่เพียงแต่ได้รับความรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น แต่ยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจริง ๆ ที่ชุมชนเผชิญอยู่ และอาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนร่วมกับปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมที่ให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติในพื้นที่จริงโดยการมีส่วนร่วมกับชุมชนผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ระดมสมองอภิปรายและสะท้อนความคิดร่วมกันเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน และฝึกการคิดขั้นสูง รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกตรวจสอบความคิด อีกทั้งนักศึกษาได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคนในชุมชน สะท้อนมุมมองที่รอบด้านของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชน ทำให้นักศึกษาต้องการที่จะเข้าไปช่วยแก้ไขปัญหาเหล่านั้นอย่างเต็มที่ และทำให้รู้สึกว่าตนเองมีคุณค่าต่อสังคม มีเจตคติที่ดีต่อการช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชน มีทักษะและพฤติกรรมในการใช้ชีวิตในสังคมเพื่อสิ่งแวดล้อมในชุมชนของตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tan & Ng (2021) ได้ทำวิจัยเรื่อง การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสำหรับการศึกษาด้านความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม: การเสริมสร้างความเข้าใจของนักศึกษาครูผ่านการมีส่วนร่วมในชุมชน พบว่า การใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการมีส่วนร่วมในชุมชนช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาของนักศึกษาครู โดยการทำงานร่วมกันในกลุ่มนักศึกษาและการร่วมมือกับชุมชนทำให้นักศึกษามีโอกาสฝึกฝนทักษะการทำงานเป็นทีม การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการนำเสนอแนวคิดใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม อีกทั้งการมีส่วนร่วมในกิจกรรมชุมชนทำให้นักศึกษาครูสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์จริงของชุมชนในเรื่องของปัญหาสิ่งแวดล้อมและได้รับการสนับสนุนจากสมาชิกในชุมชนเอง การเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชุมชนทำให้นักศึกษาครูสามารถเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมในมิติที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น และเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างการศึกษาและการดำเนินการแก้ไขปัญหาจริง ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานร่วมกับปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมแบบหนึ่ง โดย Ketsing, et al. (2024) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกด้านสิ่งแวดล้อมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนิสิตครู อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายที่ล้วนเปิดโอกาสให้นิสิตได้ระดมสมอง อภิปรายและสะท้อนความคิดร่วมกันเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน และฝึกการคิดขั้นสูง รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกตรวจสอบความคิด ความรู้สึกและการให้คุณค่าของตนเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 6 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา พบว่านักศึกษามีเวลาในการลงมือปฏิบัติน้อยเกินไป จึงทำให้เก็บข้อมูลบางอย่างไม่ครบถ้วน ดังนั้นผู้สอนควรให้เวลาในการทำกิจกรรมของนักศึกษาเพิ่มขึ้น

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 7 นำเสนอและเผยแพร่ผลงานสู่ชุมชน พบว่า นักศึกษาใช้วิธีการนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลที่ไม่หลากหลาย และไม่น่าสนใจ ผู้สอนควรแนะนำให้ศึกษานำเสนอและเผยแพร่ผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น กิจกรรมการรณรงค์ จัดโครงการนำความรู้สู่ชุมชน เป็นต้น
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป
1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของการทำงานกลุ่ม การทำงานเป็นทีม หรือการทำงานแบบร่วมมือระหว่างนักศึกษาตนเอง และระหว่างนักศึกษากับชุมชน ที่อาจช่วยในการพัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักศึกษา
2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการอื่นๆ ที่มีผลต่อการรู้สิ่งแวดล้อมของนักศึกษา

References

- Ampai, S. (2015). **The Development of Environmental Literacy Scale for Lower Secondary School Students**. Master of Education Research Methodology Chula-longkorn University. [in Thai]
- Cherdymova, E. I., et al. (2018). Projective techniques for student environmental attitudes study. *Ekoloji*, 27(106), 541-546.
- Hollweg, et al. (2011). **Developing a framework for assessing environmental literacy**. Washington, DC: NAAEE.
- Jai-on, K., & Bangtho, K. (2022, January-March). Using problem-based learning approach to enhance student teachers' lesson design ability for the 21st century. *Journal of Education Naresuan University*, 24(1), 99-109. [in Thai]
- Jensantikul, N. (2021, September-December). Community-Based Learning Process: Reflections on Experience and Learning. *Journal of Humanities and Social Sciences Mahamakut Buddhist University Isan Campus*, 2(3), 78-85. [in Thai]
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). **The action research planner: Doing critical participatory action research**. New York : Springer.
- Ketsing, J., et al. (2024, May-August). Development of pre-service science teachers' Environmental Literacy through active learning modules on environment. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 35(2), 27-41. [in Thai]
- Liang, S. W., et al. (2018, June). A nationwide survey evaluating the environmental literacy of undergraduate students in Taiwan. *Sustainability*, 10(6), 1730.

- Liu, S. Y., et al. (2015, January-February). A national investigation of teachers' environmental literacy as a reference for promoting environmental education in Taiwan. **J Environ Educ**, 46(2), 114-132.
- Marra, R. M., et al. (2014, July-September). Why problem-based learning works: Theoretical foundations. **Journal on Excellence in College Teaching**, 25(3), 221-238.
- Noochuai, W., & Koraneekij, P. (2019, January-February). Learning model development using project-based learning with an online social media approach to develop the environmental literacy of high school students. **Humanities, Social Sciences, and Arts, Veridian E-Journal, Silpakorn University**, 12(1), 1456-1470.
- Phanyosri, P. (2015). **Effects of Socio-Scientific Issues Based Learning on Environmental Literacy of Lower Secondary School Students**. Master of Education Science Education Chulalongkorn University. [in Thai]
- Phanyosri, P., & Chuchart, A. (2016, April-June). Effects of socio-scientific issues-based learning on environmental literacy of lower secondary school students. **An Online Journal of Education**, 11(2), 336-350. [in Thai]
- Sung, Y. H., & Hsu, Y. C. (2019, February). Community-based learning for environmental education: Connecting local knowledge and environmental problems. **Environmental Education Research**, 25(2), 267-283.
- Tan, E. A., & Ng, K. L. (2021, August). Problem-based learning for environmental sustainability education: Enhancing teacher candidates' understanding through community engagement. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 22(5), 1134-1149.