

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ
เรื่อง ภาวะโลกร้อน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The Development of STEMEducation Learning Management Related to
Climate Change of Global WarmingIssues Enhancing Creative Problem-Solving
Skills of Fourth Grade Students

ชมพูนุท แก้วใจรักษ์^{1*} กฤษฎากร ผาสุข² กุลธิดา นุกุลธรรม¹

Chompunut Kaewjairak^{1*} Kritsadakorn Phasook² Kulthida Nukulthum¹

¹ภาควิชาครุศึกษาคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

¹Department of Teacher Education, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,
Nakhon Pathom

โรงเรียนอนุบาลด่านมะขามเตี้ย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1

²Anuban Danmakhamtia School, Kanchanaburi Educational Service Area Office , Kanchanaburi

*Corresponding author email : chompunut.ka@ku.th

วันที่รับ: 30 เมษายน 2567

วันที่แก้ไข: 25 สิงหาคม 2567

วันที่ตอบรับ: 16 กันยายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อนเพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอนุบาลด่านมะขามเตี้ย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 จำนวน 46 คนใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อนจำนวน 4 แผน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67-1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 สถิติที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความก้าวหน้าทางการเรียน (N gain)

ผลการวิจัย พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 81.76/81.97 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความก้าวหน้าทางการเรียน (N Gain) เท่ากับ 0.30 อยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา / ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ / เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

Abstract

This research aimed to 1) design and develop STEM Learning Management related to Climate Change of Global Warming issues 2) compare the creative problem-solving skills of elementary school students before and after learning STEM Education learning management. The participants consisted of 46 fourth-grade students, semester 2/2023, AnubanDanmakhamtia School of Kanchanaburi Primary Educational Service Area Office 1. The instruments consisted of 4 lesson plans using STEM Learning Management related to Climate Change of Global Warming issues, and creative problem-solving skills test with the correspondence index value between 0.67 – 1.00 and a reliability of 0.78. The statistics used for analyzing the collected data were percentage, mean, standard deviation and normalized gain (N Gain).

The findings were as follows 1) STEM Learning Management related to Climate Change of Global Warming issues instruction to develop creative problem-solving skills of fourth-grade students had the efficiency of 81.76/81.97 2) Students learned STEM Learning Management related to Climate Change of Global Warming issues instruction had higher creative problem-solving skills after studying than before, which is 0.05 level of statistical significance. Normalization (N Gain) result shows the average score is 0.30 which categorized as moderate.

Keywords : STEM Education learning management / Creative Problem-Solving Skills / Creative Problem-Solving Technique

บทนำ

การจัดการศึกษาในประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่การปรับปรุงหลักสูตรให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก รวมถึงการพัฒนาด้านเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรวดเร็ว แนวคิดการจัดการศึกษาจึงมีเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนให้สามารถนำเนื้อหาความรู้ ไปสู่การเป็นนักคิดและนักแก้ปัญหาที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและสอดคล้องกับสังคมที่มีเปลี่ยนแปลงและซับซ้อน เรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาหลักไปพร้อมกับการพัฒนาที่จำเป็นสำหรับความจำเป็นในโลกปัจจุบัน ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและการทำงาน (Partnership for 21st Century Skills, 2013) การพัฒนาทักษะกระบวนการคิดที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์กล่าวคือ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative problem solving skills) อันเป็นกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ด้วยแนวคิดใหม่ที่มีความหลากหลาย ยืดหยุ่น ซึ่งจัดเป็นทักษะการคิดขั้นสูง (High order thinking skills)

การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ (Competency-Based Instruction) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกที่ยืดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นการลงมือปฏิบัติ โดยมีเนื้อหาความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการนำไปสู่สมรรถนะที่ต้องการฝึกฝนและประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะและทักษะการคิดขั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (บังอร เสรีรัตน์ และคณะ, 2567) สะเต็มศึกษาถือเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาผ่านชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สะเต็มศึกษาไม่เพียงมุ่งเน้นเพียงเนื้อหาสาระ ทักษะ และกระบวนการที่จำเป็นในการทำความเข้าใจและแสวงหาคำตอบความรู้เท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้มาใช้ประกอบการคิด แยกแยะประเด็นปัญหา สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหาสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสู่การปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงมากขึ้นทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทฤษฎีสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรม (กวิณ เชื้ออมกลาง, 2556; อภิสิทธิ์ี ธงไชย, 2559) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Pellegrino, 2012) มีอิสระในการคิด ระดมความคิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักผู้เรียนได้คิดแปลกใหม่ในการสร้างชิ้นงานต่าง ๆ ตลอดจนการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงาน (สุวิมล สาสังข์, 2562) ผู้เรียนได้เรียนรู้จากความผิดพลาดของตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้บรรลุตามเกณฑ์ที่กำหนด (Rosicka,

2016) นำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ส่งเสริมผู้เรียนได้ฝึกเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ปัญหา สังเคราะห์ นำไปสู่การพัฒนาเป็นนวัตกรรมตามศักยภาพของผู้เรียนได้ (สุธิดา การิณี, 2560) โดยการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษาร่วมกับการนำเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกฝนการคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์ในการเผชิญหน้ากับปัญหา ซึ่งช่วยพัฒนาความทักษะการแก้ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เช่น เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคสแคมเปอร์ (SCAMPER) (สุวิมล สาสังข์, 2562; ปราณวดี อุณญาติ, 2564)

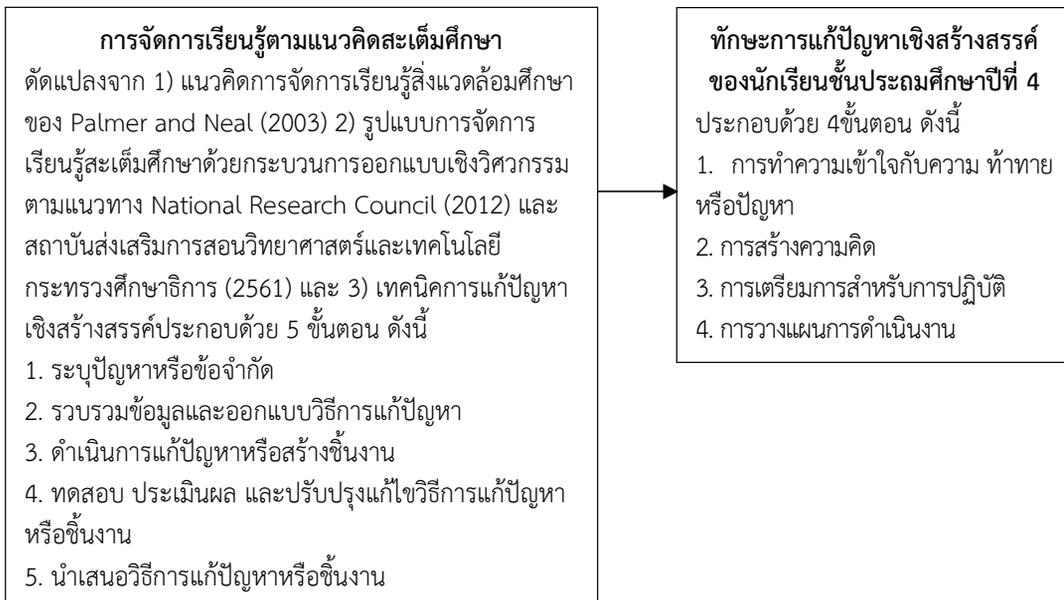
เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ถือเป็นกรอบแนวคิดที่สำคัญในการสร้างโลกที่ยั่งยืน ค.ศ. 2030 ในประเด็นของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่กำหนดเป็นเป้าหมายที่ 13 มีความสำคัญในการแก้ปัญหาโลกร้อน การดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ ในเป้าหมายย่อย 13.3 เน้นการพัฒนาการศึกษา การสร้างความตระหนักรู้ และเพิ่มขีดความสามารถของมนุษย์และสถาบันต่าง ๆ ในการจัดการกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ (UNESCO, 2017) การบูรณาการเป้าหมายนี้เข้ากับการเรียนรู้ทางสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ประชากรตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เสริมสร้างให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการแก้ไขปัญหาและมีความพร้อมในการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความคิดเชิงระบบ และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จะช่วยให้ผู้เรียนไม่เพียงแต่มีความตระหนักรู้เท่านั้น แต่ยังมีความสามารถในการนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติจริงและมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์สังคมที่ยั่งยืน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาจัดการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์บูรณาการเนื้อหาทางสิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้เข้าใจสาเหตุและผลกระทบของภาวะโลกร้อน ได้ลงมือปฏิบัติจริงนำความรู้นั้นไปใช้ในการดำเนินชีวิต สร้างความตระหนักรู้และความสามารถในการเผชิญกับปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผลกระทบที่เกิดจากปัญหาภาวะโลกร้อน การปรับตัวของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ใกล้ตัวที่มีความซับซ้อนและท้าทายอันจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน ต่อทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาพอชนด้าน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 10 โรงเรียน

ตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลด่านมะขามเตี้ย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ที่เรียนในรายวิชา เสริมทักษะวิทยาศาสตร์ (สะเต็มศึกษา) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 46 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) มีเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างคือ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในโรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาพอชนด้านได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้นได้แก่ การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการทดลอง One-Group Pretest - Posttest Design โดยมุ่งเน้นการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลด่านมะขามเตี้ย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชา เสริมทักษะวิทยาศาสตร์ (สะเต็มศึกษา) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 46 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อนดัดแปลงจาก 1) แนวคิดการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาของ Palmer and Neal (2003) 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทาง National Research Council (2012) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2561) และ 3) เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยวิเคราะห์สาระสำคัญมาตรฐาน และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 แผน สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมเวลา 35 ชั่วโมง ประกอบด้วย 1) ภาวะโลกร้อนและผลกระทบต่อวัฏจักรชีวิตเพนกวิน 2) ความแข็งและความยืดหยุ่นของวัสดุ 3) การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ และ 4) Save the penguins ดังตารางที่ 1 การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหาหรือข้อจำกัด เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจจากสถานการณ์เป็นขั้นการรับรู้ทำความเข้าใจปัญหา ระดมความคิดด้วยมุมมองที่แตกต่างและหลากหลาย การเชื่อมโยงปัญหา กับความรู้และประสบการณ์ วิเคราะห์ข้อจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด คำถาม 5W1H แผนภูมิก้างปลา แผนผังความคิด โมดิฟายด์ เดลฟี (Modified Delphi) เป็นต้น

2. รวบรวมข้อมูลและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นรวบรวมข้อมูลแนวคิดด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา แนวทางการแก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือและมีความหลากหลาย ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาตามข้อจำกัดและเงื่อนไขของ สถานการณ์ปัญหา ระดมความคิด วิเคราะห์ข้อมูล สร้างทางเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

และสะท้อนความคิดร่วมกันเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด Think pair share, Flexibility Evaluation matrix เป็นต้น

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน เป็นขั้นการแก้ปัญหาตามวิธีการหรือการสร้างชิ้นงานที่ได้ประเมินความเป็นไปได้ร่วมกัน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานแก้ปัญหา ระดมความคิดปรับปรุงแก้ไขขณะดำเนินงานให้บรรลุเกณฑ์และข้อจำกัดของสถานการณ์ ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด

4. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นทดสอบประเมินการประสิทธิภาพของวิธีการหรือชิ้นงาน ระดมความคิด วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการทดสอบ ปรับปรุงและแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานให้บรรลุจุดประสงค์ตามข้อจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด

5. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่บรรลุจุดประสงค์ อภิปรายตอบข้อซักถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดร่วมกัน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ระดมความคิด

ทำการตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แผนการจัดการเรียนรู้มีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Consistency) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งกลุ่มที่ศึกษาออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน จัดกลุ่มผลการเรียนที่ใกล้เคียงกันเป็น 3 กลุ่ม คือ ผลการเรียนสูงปานกลาง ต่ำ แล้วใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample random sampling) โดยการจับฉลากจากกลุ่มผลการเรียนเพื่อให้มีการกระจายของผลการเรียนในแต่ละกลุ่มเท่า ๆ กัน

ตารางที่ 1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศเรื่อง Save the penguin

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม
ระบุปัญหาหรือข้อจำกัด โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การใช้ชุดคำถาม 5W1H ผังก้างปลา (Fish bone diagram) และการระดมความคิด (Brainstorm)	- ครูทบทวนความรู้และนำเสนอสถานการณ์ภาวะโลกร้อนที่ส่งผลต่อวัฏจักรชีวิตของเพนกวิน เพื่อสร้างความตระหนักถึงปัญหาและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในเขตหนาว นักเรียนระดมความคิด ตั้งคำถามด้วยเทคนิคการใช้ชุดคำถาม 5W1H เพื่อระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคผังก้างปลา - นักเรียนศึกษาใบความรู้สถานการณ์เรื่อง ผลกระทบจากภาวะโลกร้อนต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตาราง 1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศเรื่อง Save the penguin (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม
<p>รวบรวมข้อมูลและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การระดมความคิด (Brainstorm) ความคิดคล่องในระยะเวลาที่กำหนด (Flexibility) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางที่เกี่ยวข้องอย่างอิสระและหลากหลายและสร้างทางเลือกของการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์จากเกณฑ์และข้อจำกัด(Evaluation Matrix)</p>	<p>- ครูถามคำถามเชื่อมโยงประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางช่วยเหลือหรือปกป้องสิ่งมีชีวิตให้ปลอดภัยจากภาวะโลกร้อนจากนั้นนักเรียนระดมความคิด แนวทางการปฏิบัติตน</p> <p>แนวทางช่วยเหลือหรือปกป้องสิ่งมีชีวิตให้ปลอดภัยจากภาวะโลกร้อนอย่างสร้างสรรค์โดยใช้ความคิดคล่องในระยะเวลาที่กำหนดให้ สรุปและอภิปรายเชื่อมโยงกับกิจกรรม Save the penguins ดัดแปลงแนวคิดจาก Schnittakaet <i>al.</i> (2010) สร้างบ้านให้กับเพนกวินด้วยหลักการและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีจุดประสงค์คือ บ้านเพนกวินที่สร้างขึ้นสามารถป้องกันความร้อนจากภายนอกมาสู่ภายในตัวบ้านให้ได้มากที่สุด (ฉนวนความร้อน) โดยใช้ความรู้ของสมบัติของวัสดุที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว</p>
	<p>- นักเรียนทำกิจกรรมการสร้างแบบจำลอง Save the penguins เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (สมบัติของวัสดุ) คณิตศาสตร์ (รูปร่างรูปทรงปริมาตร และการหาผลต่างของอุณหภูมิ)การมีส่วนร่วมและสร้างความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมจากผลกระทบของภาวะโลกร้อน</p> <p>- นักเรียนระดมความคิดสู่การแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางที่เกี่ยวข้องกับแบบร่างแบบจำลองอย่างอิสระ หลากหลายครูกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ</p> <p>- นักเรียนร่วมกันประเมินทางเลือกของวิธีการแก้ปัญหาหรือแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์ จากนั้นร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือแบบร่างแบบจำลอง</p>
<p>ดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน</p> <p>โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การระดมความคิด (Brainstorm)</p>	<p>- นักเรียนนำเสนอแบบร่างแบบจำลองครูให้คำแนะนำเพื่อให้แบบจำลองสอดคล้องกับการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์</p> <p>- นักเรียนสร้างแบบจำลองโดยมีครูอำนวยความสะดวกในการสร้างแบบจำลอง</p>

ตาราง 1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศเรื่อง Save the penguin (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม
ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การระดมความคิด (Brainstorm)	- นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบแบบจำลอง และอธิบายหลักการของการสร้างแบบจำลอง - นักเรียนสังเกตและบันทึกปัญหาที่พบขณะทดสอบ ระดมความคิดเพื่อประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ทดสอบประสิทธิภาพจนบรรลุวัตถุประสงค์
นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ การระดมความคิด (Brainstorm)	- นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการสร้างชิ้นงาน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สมบัติของวัสดุ คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปร่าง รูปทรง ปริมาตร และการหาผลต่างของอุณหภูมิ - นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย ขยายความรู้จากการทำกิจกรรมแบบจำลองบ้านเพนกวิน สู่ออกแบบที่พักอาศัยที่ป้องกันการถ่ายโอนความร้อน

2. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามกรอบแนวคิดของ Treffinger *et al.*, (2008) ซึ่งมีกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา (Understanding the challenge) ทำความเข้าใจและวิเคราะห์สาเหตุ ผลกระทบปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างสร้างสรรค์ข้อจำกัดของปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ไข 2) การสร้างความคิด (Generating ideas) การสร้างความคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมีจำนวนมาก (Fluent thinking) มีการคิดวิธีในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในหลายทิศทาง (Flexible thinking) มีความคิดที่แปลกใหม่ (Original thinking) และมีการกระจายขยายความคิด (Elaborative thinking) 3) การเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ (Preparing for action) การวิเคราะห์ กลั่นกรอง จัดลำดับ ประเมินเลือกทางเลือกที่หลากหลาย 4) การวางแผนการดำเนินงาน (Planning your approach) การนำวิธีการที่ได้เลือกไว้นำไปประยุกต์ใช้ได้ สถานการณ์จริง และสามารถแก้ปัญหาได้ มีลักษณะแบบเขียนตอบคำถามปลายเปิดจากสถานการณ์เรื่อง ภาวะโลกร้อนจำนวน 5 ข้อ ผู้เรียนทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนาน ใช้เวลาในการทำแบบวัด 1 ชั่วโมง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คนวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Consistency) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 คุณภาพแบบวัดทั้งฉบับโดยค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.78 และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนเท่ากับ 0.80

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อนตามที่ได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน เวลา 35 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

- 1) ให้กลุ่มที่ศึกษาทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน เรื่อง ภาวะโลกร้อนเพื่อวัดความรู้ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์พื้นฐานก่อนทำการวิจัย
- 2) ในระหว่างการจัดการเรียนนั้น ผู้วิจัยให้กลุ่มที่ศึกษาเขียนบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการซักถาม สัมภาษณ์ผู้เรียนแบบไม่มีโครงสร้างเพื่อนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้งแบบรายบุคคลและแบบรายกลุ่ม
- 3) เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้กลุ่มที่ศึกษาทำทดสอบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน เรื่อง ภาวะโลกร้อน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยวิเคราะห์หาค่าของข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้สถิติพรรณนาสำหรับอธิบายทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความก้าวหน้าทางการเรียน (N Gain) (Hake, 1999) และค่าที (t-test) ดัดแปลงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของพิมพ์ชนก แพงไตร (2558) สิริลักษณ์ ตาณพันธุ์ (2558) นิพิฐพร โกมลทิตศักดิ์ (2553) และสมรัก อินทวิมลศรี (2560) ข้อละ 3 คะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนนโดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของระดับคะแนนเฉลี่ยแต่ละข้อ ดังนี้ 0.00 - 0.75 แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับปรับปรุง 0.76 - 1.50 แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับต่ำ 1.51 - 2.25 แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับปานกลาง 2.26 - 3.00 แสดงว่าผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับสูง

ผลการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

ประเภทคะแนน	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	รวม
คะแนนระหว่างเรียน (20 คะแนน)	46	16.35	81.76	81.76
คะแนนทดสอบหลังเรียน (15 คะแนน)	46	12.30	81.97	81.97

จากตาราง 1 พบว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระหว่างเรียนจากการบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์ซักถามระหว่างการทำกิจกรรมเรื่อง ความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของวัสดุ (10 คะแนน) และกิจกรรมเรื่อง การนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ (10 คะแนน) มีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 81.76 และคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนจากการบันทึกกิจกรรมแบบกิจกรรมเรื่อง Save the penguins (15 คะแนน) ซึ่งเป็นกิจกรรมสุดท้ายของแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนได้สร้างแบบจำลองบ้านเพนกวิน ค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 81.97 สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.76/81.97



ภาพที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง Save the penguinsนักเรียนสร้างแบบจำลองบ้านเพนกวิน



ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบจำลองบ้านเพนกวิน

2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน

ประเภทคะแนน	N	\bar{X}	N Gain	S.D.	t	df	P
ก่อนเรียน (15 คะแนน)	46	9.63	0.30	0.40	-9.37	33	.00*
หลังเรียน (15 คะแนน)	46	11.30	(ปานกลาง)	0.24			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีความก้าวหน้าทางการเรียน (N Gain) เท่ากับ 0.30 อยู่ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในแต่ละขั้นตอนตามแนวคิดของ Treffinger *et al.* (2008) ของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน

ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา	คะแนน		คะแนน		ระดับ	N gain
	เฉลี่ยก่อนเรียน	ระดับ	เฉลี่ยหลังเรียน	ระดับ		
1. การทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา	2.08	ปานกลาง	2.35	สูง		0.28 (ต่ำ)
2. การสร้างความคิด	1.38	ต่ำ	1.69	ปานกลาง		0.19 (ต่ำ)
3. การเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ	1.83	ปานกลาง	2.21	ปานกลาง		0.32 (ปานกลาง)
4. การวางแผนการดำเนินงาน	2.17	ปานกลาง	2.53	สูง		0.44 (ปานกลาง)
เฉลี่ย	1.93	ปานกลาง	2.26	สูง		0.30 (ปานกลาง)

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Treffinger *et al.*, (2008) ซึ่งประกอบด้วย การทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา การสร้างความคิด การเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ และการวางแผนการดำเนินงาน พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยขั้นตอนการทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา และขั้นตอนการสร้างความคิด มีความก้าวหน้าทางการเรียน (N Gain) เท่ากับ 0.28 และ 0.19 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ ส่วนขั้นตอนการเตรียมการสำหรับการปฏิบัติ และขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน มีความก้าวหน้าทางการเรียน (N Gain) เท่ากับ 0.32 และ 0.44 ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.76/81.97

2. ผลทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.30 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ผลการศึกษานี้มีข้อค้นพบที่น่าสนใจ ผู้ศึกษามีประเด็นที่จะอภิปรายเพิ่มเติมดังนี้

1) การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.76/81.97 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้สามารถอภิปรายได้ว่าการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาของ Palmer and Neal (2003) แนวคิดของสภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC) และแนวคิด

ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2561) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ให้สอดคล้องกับระดับความรู้ของผู้เรียน สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่การแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญห การจัดการเรียนรู้นี้จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ซึ่งแสดงออกมาในรูปแบบของทักษะกระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นปัญหาแบบปลายเปิด มีความซับซ้อนเพียงพอกำหนดเกณฑ์และข้อจำกัดที่เหมาะสมกับผู้เรียน (Guo and Woulfin, 2016) การให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาแบบปลายเปิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือทราบข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่คุ้นเคย จะทำให้ผู้เรียนตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสม รวบรวมข้อมูล ความรู้ และเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Wood, 2006) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นนักคิดหลากหลายมุมมอง (Divergent) เรียนรู้งานที่ใช้การจินตนาการ การคิดนอกกรอบ การสร้างมุมมองที่หลากหลาย ความคิดริเริ่ม และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และนักคิดสรุปความ (Convergent) สามารถใช้เหตุผล เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายใต้เกณฑ์และข้อจำกัด มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ตลอดจนประยุกต์แนวความคิดไปสู่การปฏิบัติได้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2561)

การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรมคิดวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูลหรือแนวคิดอย่างหลากหลายพร้อมออกแบบชิ้นงาน/วิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการสร้างแบบจำลอง ทดสอบและปรับปรุงให้บรรลุภายใต้เกณฑ์และข้อจำกัด พร้อมนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน สอดคล้อง สนธิ พลชัยยา (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 คือ การคิดขั้นสูงเป็นการคิดที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ หรือการคิดซับซ้อนอื่น ๆ ซึ่งไม่ใช่ความรู้ความจำหรือความเข้าใจสอดคล้องกับ ชมพูนุท แก้วใจรัชนี และคณะ (2566) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ ร่วมกับการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ในชั้นต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ วิเคราะห์ วางแผน และออกแบบการแก้ไข ปัญหาอย่างอิสระบนพื้นฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยแนวคิดที่หลากหลาย สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากสถานการณ์ปัญหาเรื่อง น้ำ ที่พบในชีวิตจริง ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้เรียนได้เรียนรู้และประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง วัสดุและสมบัติของ วัสดุ สู่การแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและตระหนักถึงปัญหา สาเหตุ ผลกระทบ แนวทางการแก้ไขและป้องกันภาวะโลกร้อน ดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนได้ใช้ความคิดรวบยอดเรื่อง วัสดุ และสมบัติของวัสดุในการทำกิจกรรม Save the penguins (ตารางที่ 1) เลือกวัสดุและออกแบบ

สร้างบ้านเพนกวินด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อแก้ปัญหาที่อยู่ของเพนกวินเนื่องมาจากอุณหภูมิของโลกสูงขึ้นหรือพื้นที่น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกที่ลดลงทั้งนี้ในขั้นตอนสอบ ประเมินผล และปรับปรุงบ้านเพนกวินนั้นเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์คือ การทดสอบว่างานออกแบบที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีนั้น สามารถถูกนำไปปฏิบัติซ้ำโดยผู้อื่นได้หรือไม่ (Repeatability) เพื่อจะนำไปสู่การสรุปว่า งานดังกล่าวเป็นงานออกแบบที่น่าเชื่อถือ หรือศัพท์ทางวิศวกรรมศาสตร์เรียกกระบวนการนี้ว่า “Scale Up” (รักษพล ธนानุวงศ์, 2556) นำไปสู่การต่อยอดนวัตกรรมในชีวิตประจำวันได้ เช่น การสร้างบ้านสัตว์เลี้ยง ที่พักอาศัยที่ป้องกันการถ่ายโอนความร้อนต่อไป

2) ผลของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อนต่อทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.26 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เรื่อง ภาวะโลกร้อน สามารถอภิปรายได้ว่า ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงขึ้นทุกขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน มีความก้าวหน้าทางการเรียน (N Gain) สูงที่สุดเท่ากับ 0.53 ซึ่งมีความก้าวหน้าระดับปานกลาง (Hake, 1999) สอดคล้องกับ Kartini *et al.*, (2021) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตอนการรวบรวมและสร้างความคิด ในการแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ โดยขั้นการค้นหาแนวคิด มีพัฒนาการที่สูงสุด และขั้นการค้นหาข้อเท็จจริงมีพัฒนาการต่ำที่สุดแม้ว่าจะเป็นความก้าวหน้าระดับปานกลาง แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้รับการปรับปรุงอย่างมาก การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานนั้นฝึกฝนให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาและวิเคราะห์วิธีแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์สอดคล้องกับ กฤษณะ พวงระย้า และคณะ (2564) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง พบว่าทักษะการแก้ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ขั้นตอนการแก้ปัญหาและคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ ขั้นตอนการออกแบบวิธีแก้ปัญหาสอดคล้องกับ

SuriyanSangngam (2019) กล่าวว่า นักเรียนระดับปฐมวัย (อายุ 5-6 ปี) ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์กลับพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแนวความคิดวิธีการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด และมีความสามารถในการทำความเข้าใจกับปัญหามีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ควรเตรียมสถานการณ์เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความซับซ้อนทั้งที่พบในชีวิตประจำวัน และสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย เพื่อกระตุ้นความสนใจในการแก้ปัญหาและหลีกเลี่ยงการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมจนขาดความคิดสร้างสรรค์

2. ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ผู้สอนควรอำนวยความสะดวกกระตุ้น และควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมเนื่องจากระยะเวลาที่มีความสัมพันธ์ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสร้างสรรค์

3. การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้อยู่ระดับสูงขึ้น ผู้สอนควรฝึกฝนการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอเป็นกิจวัตรประจำวัน สะท้อนผลการเรียนรู้เพื่อเรียนรู้จากข้อผิดพลาดปรับปรุงแนวคิด วางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาร่วมด้วย เช่น การวิเคราะห์ SWOT การใช้แผนผังการตัดสินใจ (Decision Trees) เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ในแต่ละช่วงวัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เพื่อนำไปสู่การศึกษาผลของความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละช่วงวัยที่มีอิทธิพลต่อทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ กับการสอนในวิธีปกติ หรือการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณะ พวงระย้า, กุลธิดา นุกุลธรรม และ ทศตริณ วรณเกตตุศิริ. (2564). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูเคมีด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม. *หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 12(2): 202-217.
- กวิน เชื่อมกลาง. (2556). ระบุเทคโนโลยี กระบวนการออกแบบวิศวกรรม คืออะไร? *นิตยสาร สสวท.*, 42(185): 26-29.
- ชมพูนุท แก้วใจรักษ์, กุลธิดา นุกุลธรรม และ ทศตริณ วรณเกตตุศิริ. (2566). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่บูรณาการเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เรื่อง น้ำ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม. *หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 14(2): 198-218.
- นิพิฐพร โภมลภิตติศักดิ์. (2553). การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บังอร เสรีรัตน์, สุมาลี เชื้อชัย, เรวณี ชัยเชาว์รัตน์, เฉลิมชัย พันธุ์เลิศ, กุณพาลี บริรักษ์สันติกุล และ นาฎฤดี จิตรังสรรค์. (2567). คู่มือการจัดการหลักสูตรสถานศึกษาฐานสมรรถนะ. เข้าถึงได้จาก <https://www.edusandbox.com/13-3-24-cbe/>
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2561). สะเต็มศึกษากับสไตล์การเรียนรู้ตามแนวคิด Kolb. *Journal of Humanities and Social Sciences*, 11: 11-17.
- ปรานวดี อุ่นญาติ. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับเทคนิคสแคมเปอร์(SCAMPER) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์ชนก แพงไตร. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดทอแรนซ์ เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองการศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- รักษพล ธนานวงศ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. *สสวท.*, 41(182): 15-20.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). *การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *คู่มือครูรายวิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สนธิ พลชัยยา. (2557). สะเต็มศึกษากับการคิดขั้นสูง. *สสวท.*,46(189): 7-10.
- สมรัก อินทนิลศรี. (2560). *ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- สิริลักษณ์ ตาณพันธ์. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนสังคมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- สุธิดา การามิ. (2560.) *การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 1. นิตยสาร สสวท.*,46(209): 23-27.
- สุวิมล สาสังข์. (2562). *ผลการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2559). ความสำคัญของวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 31(3): 48-53.
- Guo, J. &Woulfin, S. (2016). Twenty-First Century Creativity: An Investigation of How the Partnership for 21st Century Instructional Framework Reflects the Principles of Creativity. *Roepel Review*, 38: 153-161. doi:10.1080/02783193.2016.1183741
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. Department of Physics, Indiana University.
- Kartini, F. S., Widodo, A., Winarno, N., & Astuti, L. (2021). Promoting student's problem-solving skills through STEM project-based learning in earth layer and disasters topic. *Journal of Science Learning*. 4(3): 257-266.

- National Research Council. (2012). *Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Retrieved from <http://nap.edu/13165>
- Partnership for 21st Century Skills. (2013). *P21 Framework Definitions*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf>
- Pellegrino, James W. & Hilton, Margaret L. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. New York: National Academy Press.
- Rosicka, C. (2016). *Translating STEM education research into practice*. Australian Council for Educational Research
- Sangngam, S. (2021). The development of early childhood students' creative thinking problem solving abilities through STEM Education learning activities. *In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1835, No. 1, p. 012008)*. IOP Publishing.
- Treffinger, D. J., Selby, E. C. & Saksen, S. G. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem solving. *Learning and Individual Differences*. 18(4): 390-401. doi:10.1016/j.lindif.2007.11.007
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives*. Paris: the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Wood, C. (2006). The development of creative problem solving in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*. 7(2): 96-113. doi:10.1039/B6RP90003H