

**การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง***
**Development of Creative Thinking of Mathayomsuksa 2 Students on
the Topic of Separation of Substances Using STEAM Education
combined with the Philosophy of Sufficiency Economy**

¹เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และ ถาดทอง ปานสุภวัชร

¹Aekkaphon Thammayod, Arunrat Khamhaengpol and Thardthong Pansuppawat

¹คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

¹Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

¹Corresponding Author's Email: Aekkapron@snru.ac.th



บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$)

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์; สเต็มศึกษา; ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

*Received November 23, 2021; Revised January 21, 2022; Accepted February 13, 2022



Abstract

The purposes of this research were to 1) construct and develop lesson plans based on STEAM education combined with the philosophy of sufficiency economy on the topic of separation of substances for students in Mathayomsuksa 2 to follow the criterion efficiency 80/80, 2) compare creative thinking of students before and after using the constructed lesson plans, 3) compare learning achievement of students both before and after using the constructed lesson plans, and 4) study the satisfaction of students toward the proposed lessons plans. The sample consisted of 42 students in Mathayomsuksa 2/4, Thatnaraiwittaya School, semester 2 of the academic year 2020. They were randomly selected by using the cluster random sampling. The statistics used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for dependent sample.

The research findings were as follows: 1) the efficiency of the lesson plans STEAM education combined with the philosophy of sufficiency economy on the topic of separation of substances was 81.14/80.09, which was satisfied the criterion efficiency 80/80, 2) creative thinking of students after learning was higher than that of before at significant level of .01, 3) learning achievement of students after learning was higher than that of before at significant level of .01, and 4) satisfaction of students toward the constructed lesson plans was at the highest level. ($\bar{X} = 4.67$)

Keywords: Creative Thinking; STEAM Education; Sufficiency Economy Philosophy

บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ได้กำหนดยุทธศาสตร์ที่สำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ไว้ในยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ซึ่งการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นกลไกที่สำคัญในการนำประเทศเข้าสู่สังคมโลกในศตวรรษที่ 21 และเป็นประเด็นหลักที่กำหนดไว้ในยุทธศาสตร์ชาติและยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 การเตรียมความพร้อมกำลังคนทั้งด้านความรู้ ทักษะ สมรรถนะที่จำเป็นให้สามารถปรับตัวและรู้เท่าทันต่อความเปลี่ยนแปลงของโลกที่มีพลวัต การแข่งขันอย่างเสรี และไร้พรมแดนจึงเป็นความสำคัญจำเป็นเร่งด่วนที่ประเทศต้องเร่งดำเนินการเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (Office of the Education Council, 2017) ดังนั้นการจัดการศึกษาควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้ และทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต ความคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญของผู้เรียน เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อนกว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่า คิดนอกกรอบ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น



ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ (Vongtathum, 2015) นอกจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นสิ่งสำคัญของการคิดค้นนวัตกรรมต่าง ๆ และเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาประเทศ (Phoyen, 2019) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้คู่คุณธรรม โดยการน้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 มาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินชีวิต เพื่อให้คนไทยสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน (Phonlek, Khamhaengpol, and Suwannatnai, 2021) แต่ปัญหาระบบการศึกษาในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การเรียนการสอนมุ่งให้เด็กรู้ และจดจำข้อเท็จจริงเป็นสำคัญ ทำให้ขาดการกระตุ้นเรื่องความคิดสร้างสรรค์ในวัยที่เหมาะสม (Promsuwan, 2017) การศึกษาแบบบอกล่าและการสอบแบบท่องจำ นอกจากจะไม่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แล้ว ยังเป็นการทำลายความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย (Ruchaipanit, 2015)

ผลของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้านการรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลการประเมิน PISA 2018 ในรอบที่ผ่านมา พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ทั้งด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2019) สำหรับการประเมิน PISA ในปี 2022 ได้เพิ่มการประเมินด้านความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย (Sarmurzin, Amanzhol, Toleubayeva, Zhunusova, and Amanova, 2021) ซึ่งผลการทดสอบ PISA สะท้อนถึงผลของการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในภาพรวมของประเทศไทย ว่าควรส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้มีขีดความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เนื่องจากทั้ง 2 วิชา มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต ส่งผลต่อทักษะการคิด การสร้างสรรค์ (Pooreeprechaleard, Chindanurak, and Thammaprathet, 2020) จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา จึงได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษาอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จากการสะท้อนผลการสอนของครูผู้สอน พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การแยกสาร มีเนื้อหาเกี่ยวกับการแยกสารผสม ด้วยวิธีการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย ซึ่งหน่วยการแยกสารมีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อน เข้าใจยาก บางกิจกรรมของการทดลอง นักเรียนไม่สามารถจินตนาการ หรือนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดย Teschuan, and Palakul (2021) ได้กล่าวว่า หน่วยการแยกสาร นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสาร หลักการการแยกสาร วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการแยกสาร และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการทดลองแยกสาร ซึ่งความรู้นี้เป็นพื้นฐานวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ จึงจำเป็นต้องได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาสามารถคิดหรือจินตนาการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ จนนำไปสู่การพัฒนา



ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนสำหรับการประเมิน PISA ในปี 2022 อีกด้วย

ดังนั้น เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียน จึงจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิด นำไปสู่การมีความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง คือ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ต่อยอดจากแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยการบูรณาการในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ (Orapiriyakul, 2019) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Khamhaengpol, Sriprom, and Chuamchaitrakool, 2021) โดยเพิ่มศิลปศาสตร์ (Art) เข้าไป เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจในเนื้อหาในระดับลึกได้อย่างครอบคลุม รวมถึงช่วยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดจินตนาการของตนเอง นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง และทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ (Pholmool, Haemaprasith, and Saksuparb, 2015) ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (Buaphan, Jaradrawiwat, and Jenjit, 2020) อีกทั้งกระทรวงศึกษาธิการได้มีนโยบายในการขับเคลื่อนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสู่สถานศึกษา โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ระบุคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนไว้ในข้อที่ 5 คือ อยู่อย่างพอเพียง ดังนั้น การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้น้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในสถานศึกษา โดยการปลูกฝังจิตสำนึกความพอเพียง ความพอประมาณในการดำเนินชีวิต มีการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผล และเตรียมตัวให้พร้อมต่อความผันผวนของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างรู้เท่าทัน รวมถึงการหมั่นแสวงหาความรู้เพื่อให้เกิดความรอบรู้ในด้านต่าง ๆ ฝึกฝนตนเองให้มีความรอบคอบ ระมัดระวัง โดยใช้สติปัญญาในการทำงาน การเรียน ในการดำเนินชีวิต และเน้นให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม มีความอดทน ขยันหมั่นเพียร มีความซื่อสัตย์สุจริตไม่เบียดเบียนผู้อื่นและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (Charoenphum, Chitchirachan, and Yawai, 2018)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เข้าใจในเนื้อหา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ไขปัญหา สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมสิ่งใหม่ ๆ และสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข มีความพอประมาณ มีเหตุผล และมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี รวมทั้งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80



2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาด้านเนื้อหาเอกสารแนวคิดทฤษฎี

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ทักษะกระบวนการ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล

2) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ให้สูงขึ้น และฝึกให้นักเรียนมีความพอประมาณในการดำเนินชีวิต ตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผล และมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี

3) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบและประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อปรับปรุงแก้ไข ให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาภาคสนาม

สถานที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยทำการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 14 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด จำนวน 571 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ขั้นตอนที่ 4 เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการศึกษา



ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 แผน รวม 15 ชั่วโมง ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ กับตัวชี้วัด มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกแผน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3/4 จำนวน 37 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา วิเคราะห์ผล และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นจัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์พร้อมนำไปใช้กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเท่ากับ 81.14/80.09

2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ และผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21-0.45 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.81

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และผลการวิเคราะห์ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.49-0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22-0.81 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.86

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert) โดยวัดความพึงพอใจ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 20 ข้อ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00



ขั้นตอนที่ 5 การรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 42 คน โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 020/2564

2) จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

3) ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนเข้าใจ

4) ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน

5) ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

6) ดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

7) ดำเนินการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

8) นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผล

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3) การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

4) การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

5) การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลการวิจัย และ การนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน และการหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการ/ผลลัพธ์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	42	200	162.28	3.07	81.14
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	42	130	104.12	9.19	80.09

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 81.14 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 80.09 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.14/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนรวม	t
ก่อนเรียน	42	100	ความคิดคล่องแคล่ว	12.74	2.61	65.74	34.02**
			ความคิดยืดหยุ่น	20.24	3.70		
			ความคิดริเริ่ม	18.00	4.06		
			ความคิดละเอียดลออ	14.76	3.55		
หลังเรียน	42	100	ความคิดคล่องแคล่ว	17.76	2.83	79.02	
			ความคิดยืดหยุ่น	23.79	1.65		
			ความคิดริเริ่ม	20.45	3.62		
			ความคิดละเอียดลออ	17.02	3.00		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 41$ $t_{41} = 2.42$)

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยรวม 4 องค์ประกอบ ของความคิดสร้างสรรค์ คะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 65.74 คะแนน และคะแนนหลังเรียน เท่ากับ 79.02 คะแนน จากผลการวิเคราะห์ค่า t พบว่า ค่า t ที่ได้จากการคำนวณคะแนนความคิดสร้างสรรค์ เท่ากับ 34.02 ซึ่งมากกว่าค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 41$ $t_{41} = 2.42$ แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4

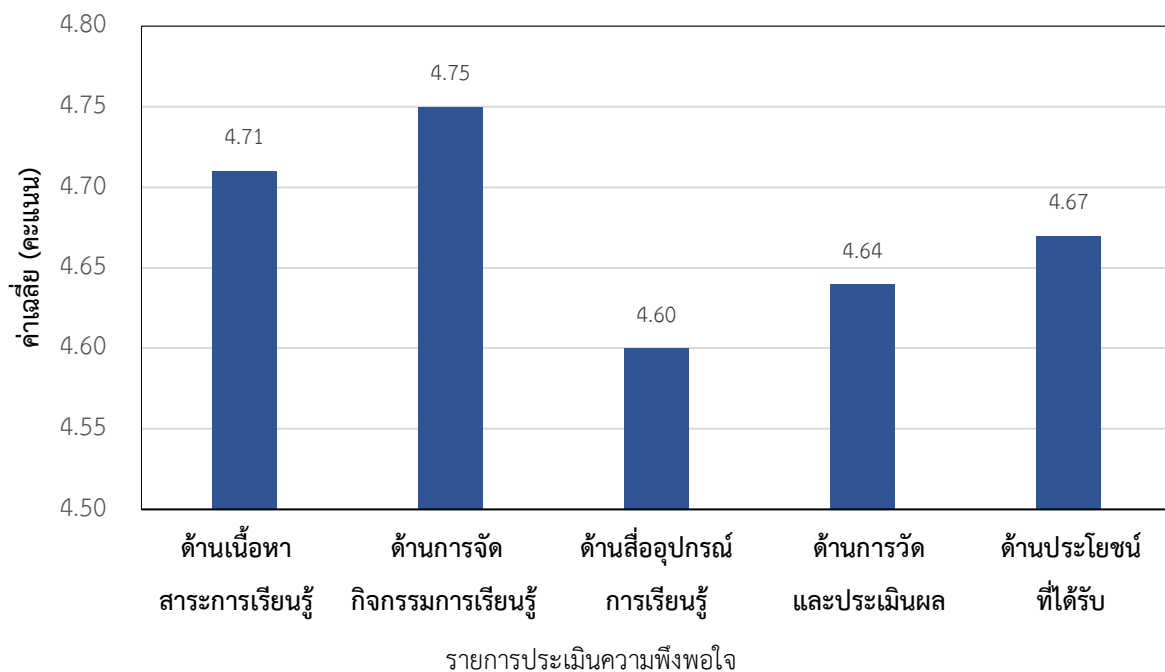
ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	42	30	16.69	1.39	33.54**
หลังเรียน	42	30	25.10	1.16	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 41$ $t_{41} = 2.42$)

จากตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร พบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 16.69 และ 25.10 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และจากผลการวิเคราะห์ค่า t พบว่า ค่า t ที่ได้จากการคำนวณ เท่ากับ 33.54 ซึ่งมากกว่าค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 41$ $t_{41} = 2.42$ แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

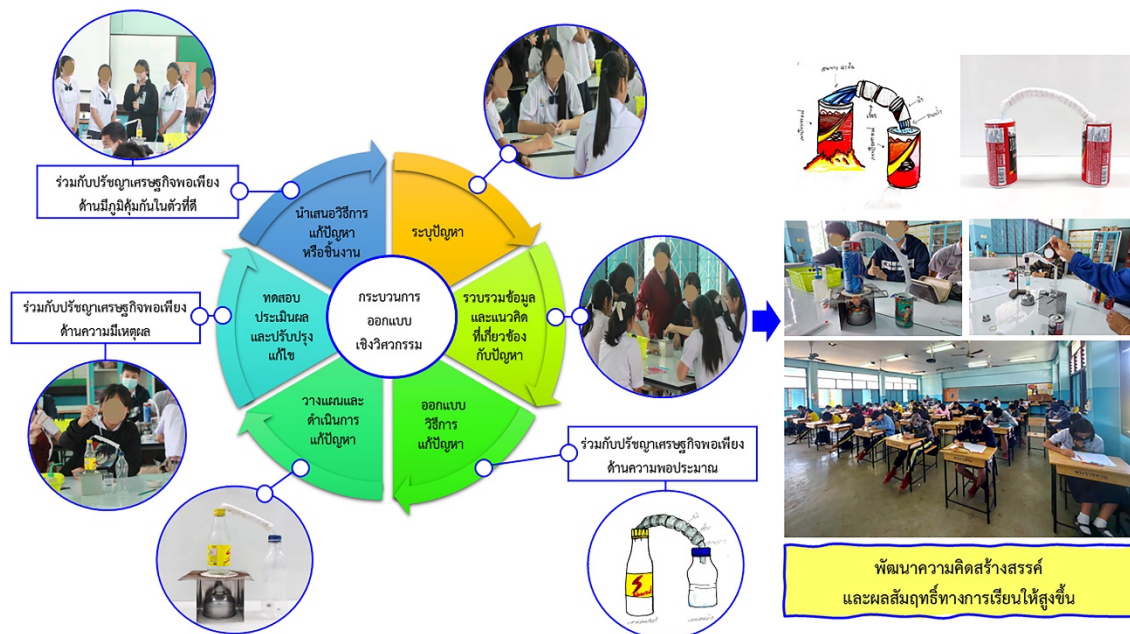
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร

จากรูปภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในแต่ละด้าน โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย ดังนี้ 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 2) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 4) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และ 5) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.67 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจ

โดยภาพรวมต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$)

องค์ความรู้ใหม่

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ โดยการออกแบบร่างชิ้นงาน จนนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบ ศิลปะจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความพอประมาณในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น มาใช้ในการออกแบบสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งในขั้นตอนการร่างแบบชิ้นงาน นักเรียนจะได้ฝึกความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ ในการออกแบบชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่และมีความละเอียดลออ อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกความคิดยืดหยุ่นในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ทดแทนในการสร้างชิ้นงาน และความคิดคล่องแคล่วในการคิดพิจารณาข้อดี ข้อเสีย ประโยชน์จากชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยระบุคำตอบให้ได้มากที่สุดบนพื้นฐานของเหตุผลตามจุดเน้นปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สรุปเป็นองค์ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้



รูปภาพที่ 2 องค์ความรู้ใหม่ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง



ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างให้นักเรียน และนักเรียนร่วมกันศึกษา พูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมระดมความคิดในกลุ่ม และร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ โดยวิเคราะห์ปัญหา เจาะลึก ข้อจำกัดของปัญหา แยกแยะว่าปัญหาดังกล่าวมีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง เกิดจากอะไร ประกอบขึ้นได้อย่างไร และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ที่นักเรียนระบุได้ โดยศึกษาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณ นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหา โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความพอประมาณในการออกแบบการแก้ปัญหา คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากแบบแนวคิดที่ร่างไว้ และดำเนินการแก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ตามแผนที่นักเรียนเขียนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุง โดยมีจุดเน้นตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านความมีเหตุผล ในการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข คือ สามารถพิจารณาเหตุและผลของการกระทำได้อย่างรอบคอบ เกี่ยวกับการเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติ วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยมีจุดเน้นตามปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง ด้านมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการระบุปัญหา ข้อจำกัดของปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบชิ้นงาน เกิดปัญหาอุปสรรคระหว่างการสร้างชิ้นงานอย่างไร แก้ไขอย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่ จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการสร้างชิ้นงานในการแก้ไขปัญห โดยเน้นตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ด้านการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี คือ การใช้ความรู้ เหตุผลในการคิดกระทำ การอย่างรอบคอบ รอบด้าน ก่อนการตัดสินใจ

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ

เท่ากับ 81.14/80.09 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่สร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ โดยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไข ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผ่านผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความเหมาะสม และประเมินคุณภาพ ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง และรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนาน เกิดความภูมิใจในผลงานของตนเอง และนักเรียนมีความตั้งใจ ใส่ใจในการเรียน การทำกิจกรรมและการสร้างสรรค์ผลงาน ชิ้นงาน ส่งผลให้นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1) และคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pholmool, Haemprasith, and Saksuparb (2015) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการสเต็มสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้บูรณาการสเต็ม มีค่าเท่ากับ 81.65/78.33 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการสเต็มมุ่งส่งเสริมการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้เกิดความสมดุล เพื่อให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายจะช่วยให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้ดีขึ้น

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 65.74 คะแนน และคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 79.02 คะแนน แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการบูรณาการความรู้จากศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์โดยการออกแบบร่างชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหา ซึ่งศิลปะจะช่วยให้ นักเรียนออกแบบร่างชิ้นงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความพอประมาณในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็น มาใช้ในการออกแบบร่างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งในขั้นตอนการร่างแบบชิ้นงาน นักเรียนจะได้ฝึกความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออในการออกแบบ ร่างแบบให้มีความแปลกใหม่และมีความละเอียด สมบูรณ์ในแบบร่างชิ้นงานมากขึ้น อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกความคิดยืดหยุ่นในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ทดแทนในการสร้างชิ้นงาน และความคิดคล่องแคล่วในการคิดพิจารณาข้อดี ข้อเสีย ประโยชน์จากชิ้นงานที่สร้างขึ้น ให้ได้คำตอบมากที่สุด บนพื้นฐานของเหตุและผล ตามจุดเน้นปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น



สอดคล้องกับ Sithajan, and Sangvanich (2018) ได้กล่าวว่า การนำศิลปะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับวิชาอื่น ทำให้การจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ ซึ่งศิลปะจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกเผชิญสถานการณ์ แก้ปัญหา สามารถแสดงความคิดเห็นและถ่ายทอดออกมาเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนสามารถช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผน เข้าใจถึงกระบวนการในการสร้างชิ้นงาน ทดสอบปรับปรุงแก้ไข ค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบหาแนวทางในการสร้างชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ Pholmool, Haemaprasith, and Saksuparb (2015) ได้กล่าวว่า การสอนด้วยแนวคิดสติศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกได้อย่างครอบคลุมด้วยการถ่ายทอดทางจินตนาการเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 16.69 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.10 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสติศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองจากการใช้สื่อการเรียนการสอน ซึ่งได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็วขึ้น รูปภาพ วิดีโอต่าง ๆ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้แก้ปัญหาในกิจกรรม จะช่วยสร้างความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับ Sithajan, and Sangvanich (2018) ได้กล่าวว่า สติศึกษาเป็นการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการสร้างชิ้นงาน สอดคล้องกับทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ดีหากนำความรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยสื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์ที่เหมาะสม และสอดคล้องกับ Orapiriyakul (2019) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สติศึกษาในบทเรียน นักเรียนจะได้วางแผน ลงมือทำ ลงมือแก้ปัญหา ทดลองอุปกรณ์ทำงาน ศึกษาหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย นำมาสรุปและนำเสนอ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แก่กัน ซึ่งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยการลงมือทำด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้เกิดองค์ความรู้ และทบทวนเนื้อหาวิชาที่เรียนด้วยตนเอง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนสูงขึ้น อีกทั้ง Pholmool, Haemaprasith, and Saksuparb (2015) ได้กล่าวว่า โครงสร้างของการบูรณาการสติศึกษา เพิ่มศิลปะ (Arts) เข้าไปเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ง่ายและเข้าใจในเนื้อหาในระดับลึกได้อย่างครอบคลุม และยังช่วยในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงวิชาการกับศิลปะศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสติศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.67 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสติศึกษา



ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการคิด การวางแผน การออกแบบแก้ปัญหา จนนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และนักเรียนยังได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันสร้างผลงาน พัฒนาผลงานในกลุ่ม ส่งผลให้เกิดความภูมิใจในผลงาน มีความสุข สนุกสนาน เกิดความท้าทายในการคิดแก้ปัญหา และยังเป็นส่งเสริมทักษะในการสื่อสารและความร่วมมือในการทำงานได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wongthong, Thaksin, and Soongyai (2020) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสติศึกษา จากผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสติศึกษาอยู่ในระดับมาก และนักเรียนมีความสุขและสนุกสนานจากการทำกิจกรรม ได้วางแผนการทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ได้ทดลองปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง

สรุป

จากผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสติศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสติศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีประสิทธิภาพ เท่ากับ $81.14/80.09$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ $80/80$ ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสติศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง อยู่ในระดับมากที่สุด อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสติศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ยังช่วยฝึกให้นักเรียนมีความพอประมาณในการดำเนินชีวิต ตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผล และมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ดังนั้นองค์ความรู้ที่ได้จากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อปลูกฝังจิตสำนึกของความพอเพียงให้กับผู้เรียน พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีกิจกรรมที่ต้องใช้เวลามาก ผู้สอนควรยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม และให้สอดคล้องกับเวลาตามแผนที่กำหนด

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดละเอียดลออ มีคะแนนของการพัฒนาก่อนเรียนและหลังเรียนน้อยกว่าทุกองค์ประกอบ ดังนั้น ควรมีการศึกษาและพัฒนาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น



ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้น ควรส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ควรสอดคล้องเหมาะสมกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม และสภาพสังคม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ต่ำที่สุด ดังนั้น ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนในด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ โดยวิเคราะห์สาเหตุ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หรือหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

References

- Buaphan, M., Jaradrawiwat, S., & Jenjit, A. (2020). Effects of Learning Management by Using STEAM on Learning Achievement, Creative Thinking and Attitude of Prathomsuksa 4 Students. *Journal of Education Studies*, 48(2), 203-224.
- Charoenphum, U., Chitchirachan, C., & Yawai, A. (2018). A Study of Application the Philosophy of Sufficiency Economy for Academic Administration in Schools Under the Secondary Educational Service Area 31 Office. *NRRU Community Research Journal*, 12(1), 91-203.
- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Chuamchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM Activity on Nanotechnology to Determine Basic Science Process Skills and Engineering Design Process for High School Students. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 1-7.
- Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum A.D. 2008*. Nonthaburi: Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd.
- Nguyen Thi Thu Ha., & Jongkonklang, S. (2018). A Study of 21st Century Learning Skills for High School Students in Cao Bang Province, Vietnam. *KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Studies)*, 6(2), 14-24.
- Office of the Education Council. (2017). *The National Scheme of Education B.E. 2560-2579 (2017-2036)*. Bangkok: Prikwan Graphic Company Ltd..
- Orapiriyakul, S. (2019). STEAM EDUCATION: Innovative Education Integrated into Learning Management. *Journal of Research and Curriculum Development*, 9(1), 1-16.



- Pholmool, J., Haemaprasith, S., & Saksuparb, K. (2015). The Development of STEAM Integrated Learning Unit for Ninth Grade Students : Case Study at Wangtako Community in Chumphon Province. *KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Studies)*, 3(2), 1-13.
- Phonlek, S., Khamhaengpol, A., & Suwannatrai, K. (2021). Development of Creative Thinking of Grade 10 Students on the topic of Organisms' Basic Chemistry by using STEM Education with Sufficiency Economy Philosophy. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 15(1), 210-224
- Phoyen, K. (2019). Creative Thinking : Talent that teachers should create to studen. *Journal of Education, Silpakorn University*, 17(1), 9-27.
- Pooreprechaleard, S., Chindanurak, T., & Thammaprateep, J. (2020). Development of the Instructional Model–Based on the Integrated STEM Education Approach to Enhance Nature of Science Understanding, Creative Thinking in Science and Productive Ability for Lower Secondary Students in State University Demonstration Schools. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 11(1), 83-114.
- Promsuwan, S. (2017). Creative Thinking : Teaching Art for Children. *Journal of Humanities and Social Sciences Bansomdejchaopraya Rajabhat University*, 11(1), 107-130.
- Ruchaipanit, W. (2015). Creativity-based Learning (CBL). *Walailak Journal of Learning Innovations*, 1(2), 23-37.
- Sarmurzin, Y., Amanzhol, N., Toleubayeva, K., Zhunusova, M., & Amanova, A. (2021). The impact of OECD research on the education system of Kazakhstan. *Asia Pacific Education Review*, 22, 757-766.
- Sithajan, B., & Sangvanich, K. (2018). Guideline for Art Instruction based on STEAM Education Enhancing Creative Process for The Fifth Graders. *Veridian E-Journal, Silpakorn Universit*, 11(2), 763-780.
- Tayer, F., & Mophan, N., & Waedrama, M. (2017). Effect of STEAM Education on Science Learning Achievement, Creative Thinking and Satisfaction of Grade 5 Students towards the Learning Management. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(2), 1-14.
- Teschuan, T., & Palakul, J. (2021). Development of Learning Activity Package Based on 5E Learning Cycle Model on Separation of Substances for 8th Grade Students. *Sisaket Rajabhat University Journal*, 15(2), 95-108.



- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2019). *PISA 2018 Results Combined Executive Summaries*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Vongtathum, P. (2015). Creative Problem Solving Thinking skills for 21st Century of Learning. *Journal of Education Khon kaen University*, 38(2), 111-121.
- Wongthong, P., Thaksin, S., & Soongyai, T. (2020). Development of Creative Thinking Ability using Integrated STEAM education for Grade One Students in Small-Sized Primary School. *Journal of Education, Mahasarakham University*, 14(3), 151-169.