

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The effects of STEAM Education approach on learning achievement in science
and problem-solving of Prathomsuksa 4 students

กัญญารักษ์ เสมาน, ^{1*} วทันย นาวีเศ ² และวิวัฒน์ ชมภู ³
Kanyapak Samanu, ^{1*} Watanyou Nawises ² and Wirote Chompoo ³

Received 23 March 2026, Revised 2 April 2026, Accepted 9 April 2026

ABSTRACT

This study investigated the effectiveness of the STEAM education approach in enhancing students' science achievement and problem-solving skills against a 70% benchmark. The participants were Prathomsuksa 4/2 students from Anuban Chanthaburi School, Thailand, selected through cluster random sampling with the classroom as the sampling unit. The study utilized STEAM-based lesson plans, a science achievement test, and a problem-solving skills assessment. Data were analyzed using descriptive statistics and a one-sample t-test. The results showed that students' science achievement ($M = 17.48$, 87.40%) and problem-solving skills ($M = 17.56$, 87.80%) were significantly higher than the 70% criterion at the .05 level. These findings indicate that the STEAM approach is effective in improving both academic achievement and problem-solving abilities. Moreover, the results suggest that integrating interdisciplinary learning with real-world problem contexts can promote deeper understanding and foster higher-order thinking skills among primary school students.

Keywords: Steam Education, Learning Achievement in science, Problem-solving

^{1*} สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131
Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Burapha University, Saen Sux, Muang Chonburi, Chonburi 20131, Thailand.

² ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131
Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Burapha University, Saen Sux, Muang Chonburi, Chonburi 20131, Thailand.

³ โรงเรียนสาธิต “ปิบูลบำเพ็ญ” คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131
Pi boonbumpen Demonstration School, Burapha University, Saen Sux, Muang Chonburi 20131, Thailand.

* Corresponding author: Tel. 08-2742-3956, E-mail address: 66920257@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนอนุบาลจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.48 คิดเป็นร้อยละ 87.40 สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.56 คิดเป็นร้อยละ 87.80 สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสะท้อนว่า สะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการเรียนรู้ และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษา เนื่องจากบริบททางสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีในปัจจุบันต้องการบุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการทำงานในอนาคต รายงานแนวโน้มทักษะแห่งอนาคตของ World Economic Forum ระบุว่า ทักษะด้านการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่ตลาดแรงงานต้องการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (World Economic Forum, 2023) สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการศึกษาของประเทศไทยที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างสมรรถนะผู้เรียนด้านการคิดขั้นสูง การแก้ปัญหา และการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อให้สามารถปรับตัวได้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคม และเทคโนโลยี (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2564) และสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ซึ่งได้กำหนดยุทธศาสตร์ที่สำคัญมีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการเตรียมความพร้อมกำลังคนทั้งด้านความรู้ ทักษะ สมรรถนะที่จำเป็นให้สามารถปรับตัวและรู้เท่าทันต่อกระแสความเปลี่ยนแปลงของโลกที่มีพลวัต และการแข่งขันอย่างเสรีที่ไร้พรมแดนจึงเป็นความสำคัญและมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ประเทศต้องเร่งดำเนินการเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ เนื่องจากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม และการตัดสินใจเชิงนโยบายที่อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ จากรายงานของ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization ชี้ให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ทั้งในด้านสุขภาพ พลังงาน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความมั่นคงทางอาหาร ซึ่งล้วนต้องอาศัยความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหา (UNESCO, 2023) จากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าว นานาชาติได้ให้ความสำคัญกับการประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาได้กำหนดกรอบ “ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific literacy)” ในการประเมิน PISA ซึ่งหมายถึงความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ประเมินและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ รวมถึงการแปลความหมายข้อมูลและใช้หลักฐานในการตัดสินใจ

(Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023) กรอบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาพลเมืองที่มีเหตุผลและสามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูล

อย่างไรก็ตาม แม้ประเทศไทยจะมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาระบบการคิดและการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) แต่ผลการประเมินคุณภาพการศึกษายังสะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายโดยรายงานความสามารถในการแข่งขันระดับโลก พบว่าคุณภาพการศึกษาของประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 73 จาก 141 ประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2564) ขณะเดียวกัน ผลการประเมิน PISA ปี 2022 พบว่าคะแนนเฉลี่ย ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ที่ 409 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ที่ 485 คะแนน และมีแนวโน้มลดลง เมื่อเทียบกับปี 2018 และ 2015 อีกทั้งยังพบว่านักเรียนจำนวนมากมีสมรรถนะต่ำกว่าระดับพื้นฐาน (Below Level 2) ซึ่งไม่สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567) ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินัยพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนอนุบาลจันทบุรี ต่ำกว่าระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2567) รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามเป้าหมายการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษา (โรงเรียนอนุบาลจันทบุรี, 2566) นอกจากนี้ รายงานของ UNESCO ยังระบุว่า การจัดการเรียนรู้ในหลายประเทศยังคงเน้นการท่องจำมากกว่าการพัฒนาการคิดขั้นสูง ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะสำคัญที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกยุคใหม่ (UNESCO, 2023) สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงองค์ความรู้กับบริบทชีวิตจริงของผู้เรียนอย่างมีความหมาย

แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา การออกแบบเชิงวิศวกรรม และการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ตรงและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม งานวิจัยจำนวนมากรายงานว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียน (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019; Yakman & Lee, 2012) จึงถือเป็นแนวทางหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของโลกในศตวรรษที่ 21

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลจันทบุรี ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) ทั้งนี้ เนื่องจากการวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาพบว่า ผู้เรียนยังมีข้อจำกัดในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ต้องบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับบริบทในชีวิตจริง อีกทั้งผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินัยพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศ ซึ่งสะท้อนถึงคุณภาพการเรียนรู้ที่ยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด และแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ในบริบทของโรงเรียนยังคงเน้นการถ่ายทอดความรู้เชิงเนื้อหาเป็นหลัก ส่งผลให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและการแก้ปัญหอย่างมีระบบ ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังนั้น การนำแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) มาประยุกต์ใช้จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาในการยกระดับคุณภาพผู้เรียน โดยมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ เชิงลึกทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลจันทบุรี อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 101 คน โดยนักเรียนแต่ละห้องเป็นนักเรียนที่ความสามารถ
2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนอนุบาลจันทบุรี อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 25 คน ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเครื่องมือการวิจัยที่ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แล้วมาเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการทดลอง

ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1.1 ขอหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลจันทบุรี เพื่อขออนุญาตทำการวิจัยและเก็บข้อมูลในโรงเรียนอนุบาลจันทบุรี
- 1.2 ผู้วิจัยชี้แจงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ให้ทราบเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยคำนึงถึงจริยธรรมการวิจัย จุดประสงค์ของการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ วิถีวัดและประเมินผล เพื่อให้ให้นักเรียนได้ทราบและเข้าใจถึงบทบาทของนักเรียนในการดำเนินการวิจัย

2. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างไว้ และใช้เครื่องมือในการวิจัยที่เตรียมไว้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองเป็นจำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง และดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION)

3. ขั้นตอนหลังการทดลอง

ภายหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.1 ผู้วิจัยประเมินทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที สูตร t-test แบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (One sample)

3.2 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที สูตร t-test แบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (One sample)

3.3 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคะแนนจากการประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อทดสอบวัตถุประสงค์การวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วนซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1.1 การตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ จากการวิเคราะห์มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความเหมาะสม และความสอดคล้องโดยมีค่าเฉลี่ย 4.32 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

1.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) และตรวจสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาความยากง่าย (p) และมีค่าอำนาจจำแนก (r) และตรวจสอบหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder and Richardson ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

1.3 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) และตรวจสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาความยากง่าย (p) และมีค่าอำนาจจำแนก (r) และตรวจสอบหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder and Richardson ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

2. การตอบคำถามการวิจัย

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (Mean) หรือ ใช้สัญลักษณ์ $\bar{X}$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2.2 วิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (Mean) หรือ ใช้สัญลักษณ์ $\bar{X}$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ผลการวิจัย

ผลการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนนจาก คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

(n=25)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ (พฤติกรรมการเรียนรู้)	n	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION)						ลำดับที่
		คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$ (ร้อยละ)	SD	t	p-value	
1. การจำ	25	5	3.50	4.48 (89.60)	0.59	8.36*	.00	2
2. การเข้าใจ	25	4	2.80	3.72 (93.00)	0.46	10.04*	.00	1
3. การประยุกต์ใช้	25	4	2.80	3.56 (89.00)	0.51	7.50*	.00	3
4. การวิเคราะห์	25	7	4.90	5.72 (81.71)	0.84	4.87*	.00	4
รวม	25	20	14	17.48 (87.40)	1.26	13.78*	.00	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 17.48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.26 จากการทดสอบด้วยสถิติ t-test for one sample ได้ค่า t เป็น 13.78 และ p-value เท่ากับ .00 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน พฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียน แสดงออกมาได้สูงที่สุด คือ ด้านการเข้าใจ ร้อยละ 93.00 ด้านการจำ ร้อยละ 89.60 ด้านการประยุกต์ใช้ ร้อยละ 89.00 และด้านการวิเคราะห์ ร้อยละ 81.71 ตามลำดับ ซึ่งให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีส่วนสำคัญในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างรอบด้าน ทั้งในมิติของความรู้ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการวิเคราะห์ โดยผลการเรียนรู้ที่สูงที่สุดในด้านการเข้าใจ สะท้อนว่านักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเชิงความหมายเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้อย่างชัดเจน สามารถอธิบายและเชื่อมโยงองค์ความรู้ได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ การที่ด้านการประยุกต์ใช้มีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง ยังบ่งชี้ว่านักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม แม้ว่าด้านการวิเคราะห์จะมีค่าเฉลี่ย

ต่ำกว่าด้านอื่น แต่ยังคงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูงของผู้เรียนได้ในระดับที่น่าพอใจ

2. การเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีผลการวิเคราะห์แสดงดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน)

(n=25)

ทักษะการแก้ปัญหา	n	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION)						ลำดับที่
		คะแนนเต็ม	$\mu 0$ (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$ (ร้อยละ)	SD	t	p-value	
1. ขั้นระบุปัญหา	25	5	3.50	4.80 (96.00)	0.41	15.92*	.00	1
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	25	5	3.50	4.52 (90.40)	0.51	10.00*	.00	2
3. ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา	25	5	3.50	4.20 (84.00)	0.82	6.06*	.00	3
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์	25	5	3.50	4.04 (80.80)	0.68	4.00*	.00	4
รวม	25	20	14	17.56 (87.80)	1.39	12.83*	.00	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 17.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.39 จากการทดสอบด้วยสถิติ t-test for one sample ได้ค่า t เป็น 12.83 และ p-value เท่ากับ .00 แสดงว่าผลการศึกษการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาคะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยแบ่งได้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ พบว่า ทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณา ร้อยละของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาลงเรียน ขั้นตอนที่นักเรียนแสดงออกมาได้สูงที่สุด คือ ขั้นระบุปัญหา ร้อยละ 96.00 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ร้อยละ 90.40 ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ร้อยละ 84.00 และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ร้อยละ 80.80 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนได้อย่างเป็นระบบและครอบคลุมทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา โดยเฉพาะขั้นระบุปัญหาที่มีค่าเฉลี่ย สูงที่สุด สะท้อนว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์และกำหนดประเด็นปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นพื้นฐาน สำคัญของการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การที่ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา มีผลการประเมินอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถใช้เหตุผลเชิงตรรกะ วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบแนวทาง แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม แม้ว่าขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์จะมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าขั้นอื่น แต่ยังคงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสะท้อนถึงการพัฒนาทักษะการประเมินผลและการสะท้อนคิดของผู้เรียนในระดับที่น่าพอใจ

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ที่ร้อยละ 87.40 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการเข้าใจ เป็นด้านที่มีค่าร้อยละของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งผลต่อการพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นความสนใจและชี้แนะให้ผู้เรียนตั้งคำถามสืบเสาะหาความรู้ ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง รวมถึงออกแบบ วางแผน และสร้างชิ้นงานหรือแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้กับประสบการณ์จริง เห็นคุณค่าของความรู้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีความหมาย อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ การบูรณาการองค์ความรู้ทั้ง 5 ศาสตร์ของสะเต็มศึกษา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering), ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ผ่านกระบวนการสร้างชิ้นงานและการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงทำให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงความรู้จากหลายศาสตร์ และสร้างความเข้าใจเชิงลึกผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งแตกต่างจากการเรียนรู้แบบท่องจำทฤษฎีเพียงอย่างเดียว ผลการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของ Yakman & Lee (2012) กล่าวว่า STEAM Education เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชื่อมโยง และการสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการบูรณาการ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำบทเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากในบทเรียนมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และเป็นเรื่องที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบค้น ทดลอง และสร้างสรรค์ชิ้นงานจากการบูรณาการความรู้ในหลายศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้เชื่อมโยงความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะและคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากศาสตร์ต่างๆ อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้อย่างมีเหตุผล ในรูปแบบของใบสถานการณ์ และชิ้นงานผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ ศึกษาหาข้อมูล ฝึกเชื่อมโยงความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน สอดคล้องกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) ตามแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb (1984) กล่าวว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุดเมื่อได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง สังเกตผลและสะท้อนคิด (Reflective Thinking) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะนี้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีเข้ากับการปฏิบัติ และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างคงทน จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบ มีทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง จึงช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ Piaget & Inhelder (1972) ในขั้นการคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ซึ่งอธิบายว่าเด็กในช่วงวัยประถมศึกษา (อายุประมาณ 7-11 ปี) เริ่มมีความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะกับสิ่งที่ป็นรูปธรรม สามารถจัดเรียงความคิด แยกแยะ จัดจำแนก และสร้างแนวคิดเชิงเหตุผลจากประสบการณ์ตรงการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เช่น การทดลอง การสร้างแบบจำลอง หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใกล้ตัว จึงสอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็กในช่วงวัยนี้ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง และคงทนมากยิ่งขึ้น และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภิญโญ วงษ์ทอง (2562) เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย ได้แก่ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 32 คน โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนครนายก ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ร้อยละ 38.05 (SD =4.85) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนร้อยละ 74.92 (SD =4.71) มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .60 2) นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 68.56 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ บูรณาการ STEAM Education สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียนรู้ จากการเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียน สามารถระบุประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล และสรุปผลได้อย่างเป็นขั้นตอน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ที่ร้อยละ 87.80 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย โดยขั้นตอนที่มีค่าร้อยละของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ ขั้นระบุปัญหา ทั้งนี้ เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีสถานการณ์ใกล้เคียง เป็นตัวกระตุ้นเร้าความสนใจ ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์ สามารถพัฒนาความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องความหลากหลายของพืช (ความลับพืชมีดอก & พืชไม่มีดอก) เป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในบริบทของโรงเรียน คือ สนามโรงเรียนที่ไม่เย็นเหมือนเดิม เพื่อกระตุ้นความสนใจและสร้างความตระหนักแก่ผู้เรียน ผู้เรียนให้ความสนใจ ร่วมกันอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ สามารถระบุประเด็นปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้อย่างสอดคล้องกัน เชื่อมโยงความรู้เดิมเกี่ยวกับพืชกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล และนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยน วิเคราะห์ และสังเคราะห์ร่วมกัน ก่อนร่วมกัน การออกแบบและวางแผนการสร้างแบบจำลองตามแนวทางที่กำหนด และลงมือสร้างแบบจำลองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เมื่อสร้างแบบจำลองเสร็จแล้ว ผู้เรียนทดสอบและประเมินความเหมาะสมของผลงาน วิเคราะห์จุดเด่นและข้อควรปรับปรุง และนำผลการประเมินมาพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ท้ายที่สุด ผู้เรียนนำเสนอแนวคิด กระบวนการแก้ปัญหา และผลงานของกลุ่มตนเอง พร้อมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้น

ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีจุดเด่นในการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับบริบทใกล้ตัวหรือชีวิตประจำวันของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ แรงจูงใจในการเรียนรู้ และความต้องการที่จะแก้ไขปัญหาอย่างกระตือรือร้น โดยกระบวนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ดำเนินไปอย่างเป็นระบบและเหมาะสม ตั้งแต่การระบุประเด็น และสาเหตุของปัญหา การวางแผนและออกแบบแนวทางแก้ปัญหา ตลอดจนการสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง พร้อมทั้งการตรวจสอบและประเมินผลอย่างเป็นระบบ

ผู้เรียนต้องบูรณาการองค์ความรู้จากหลายศาสตร์ร่วมกันในการพัฒนาวิธีการหรือชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.56 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.80 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ความรู้หลายศาสตร์ และการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่อง ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทักษะการแก้ปัญหาของ Weir (1974) ซึ่งอธิบายว่า กระบวนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจและตีความปัญหา (Problem Representation) 2) การวางแผนและเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสม (Strategic Planning) 3) การปฏิบัติและตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการ (Solution Execution) และ 4) การประเมินผลและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา (Monitoring and Reflection) มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีลักษณะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอน อย่างครบถ้วนผ่านกิจกรรมการออกแบบชิ้นงาน การสร้างแบบจำลอง การทดลองและการเผชิญสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนต้องเริ่มจากการวิเคราะห์เงื่อนไขของโจทย์ วางแผนการแก้ปัญหา ทดลองและปรับปรุงผลงาน

ก่อนนำเสนอผลลัพธ์ ซึ่งสอดคล้องโดยตรงกับกระบวนการแก้ปัญหาตามกรอบของ Weir (1974) ทั้งหมด นอกจากนี้ ลักษณะพัฒนาการของนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งอยู่ในช่วงขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget & Inhelder, 1972) ยังช่วยเสริมความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ เนื่องจากเด็กในช่วงวัย 7-11 ปีมีความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม สามารถจัดจำแนก เปรียบเทียบและแก้ปัญหาผ่านการลงมือปฏิบัติจริงได้ดีกว่าการเรียนรู้ เชิงนามธรรม ดังนั้น การใช้กิจกรรมที่เน้นการทดลอง การออกแบบ การสร้างชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาในบริบทใกล้ตัว จึงสอดคล้องกับธรรมชาติทางการคิดของผู้เรียนในช่วงวัยนี้ และส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง คงทน และนำไปสู่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) เป็นการบูรณาการเนื้อหาทั้ง 5 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science), เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering), ศิลปะ (Arts) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงและมองเห็นความสัมพันธ์ขององค์ความรู้ในมิติต่าง ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ และการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องผ่านขั้นตอนและกระบวนการลงมือปฏิบัติจริง ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การทดลองเพื่อพิสูจน์ความจริง การแก้ไขและตรวจสอบปัญหารวมถึงการใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ ผูกพันให้เกิดความชำนาญ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของ Yakman & Lee (2012) กล่าวว่า STEAM Education ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงสหวิทยาการ การคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงองค์ความรู้หลายศาสตร์เข้าด้วยกัน การบูรณาการเชิงลึกนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำบทเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากในบทเรียนมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนและเป็นเรื่องที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบค้น ทดลอง และสร้างสรรค์ชิ้นงานจากการบูรณาการความรู้ในหลายศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ จากศาสตร์ต่าง ๆ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้อย่างมีเหตุผลในรูปแบบของใบสถานการณ์และชิ้นงานผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ ศึกษาหาข้อมูล ผูกเชื่อมโยงความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ ผูกคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ช่วยให้ผู้เรียนฝึก การคิดเชิงระบบ โดยผ่านขั้นตอนการนิยามปัญหา วางแผน ออกแบบ ทดลอง และปรับปรุง ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็นขั้นตอน มีเหตุผล และสามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองได้อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ National Research Council (2012) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาเชิงประจักษ์ อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้อย่างมีเหตุผล ในรูปแบบของใบสถานการณ์และชิ้นงานทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้และเกิดการใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงลึกและทักษะการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทจริง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุจิกร จันทรอุดรและผการัตน์ ไรจน์ดวง (2568) เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบบูรณาการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และการเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับบริบทชีวิตประจำวัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างหลากหลายในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด อันนำไปสู่การพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ ดังนั้น ครูควรวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา กำหนดเวลาอย่างเหมาะสม และเตรียมเนื้อหาให้แม่นยำ เพื่อให้การจัดกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านการวิเคราะห์ มีการพัฒนาน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับด้านอื่น สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังมีข้อจำกัดในการคิดขั้นสูง ซึ่งต้องอาศัยการบูรณาการข้อมูลและการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ดังนั้น ครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างชัดเจน โดยใช้คำถามกระตุ้นการคิดหรือกรอบการคิด (thinking frameworks) เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ทักษะการแก้ปัญหา ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ มีการพัฒนาน้อยที่สุด เนื่องจากนักเรียนยังขาดทักษะในการประเมินผล และสะท้อนกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้น ครูควรออกแบบกิจกรรมที่เน้นการประเมินผล การสะท้อนผล และการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างเป็นระบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง

1.4 สถานศึกษาควรนำแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ไปบูรณาการในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา โดยเฉพาะในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อยกระดับผู้เรียนจากการรับรู้ ความรู้เชิงเนื้อหา ไปสู่การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 สถานศึกษา หรือเขตพื้นที่การศึกษา ควรส่งเสริมให้มีการจัดทำคลังสถานการณ์ปัญหาและแหล่งเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับบริบทชุมชน เพื่อใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา อันจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีความหมาย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในสาระอื่น ๆ ได้ เช่น วิทยาศาสตร์กายภาพ และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ โดยควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์หรือปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงองค์ความรู้กับประสบการณ์จริง และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

2.2 ควรมีการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาและทดสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในลักษณะ โมเดลสมรรถนะที่สามารถใช้ได้จริงในบริบทโรงเรียน และศึกษาความคงทนของทักษะในระยะยาว

2.3 ควรมีการวิจัยในกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายทางสังคม เพื่อเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และสร้างองค์ความรู้เชิงระบบสำหรับขยายผลในระดับนโยบาย

คำขอบคุณ

ขอบพระคุณทุกท่านผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ สนับสนุน และชี้แนะด้วยความเมตตา จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความสมบูรณ์ คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาแด่บุพการีผู้ให้กำเนิด ผู้เป็นพลังแห่งชีวิต และบูรพาจารย์ทุกท่าน ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา อันเป็นรากฐานสำคัญที่นำพาผู้วิจัยสู่ความสำเร็จทางวิชาการในครั้งนี้ ผู้วิจัยขออุทิศผลงานฉบับนี้เป็นเครื่องแสดงความกตัญญูต่อดีด้วยจิตคารวะอย่างสูงยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กระทรวง.
- รุจิกร จันทรอุดร, และ ผกัรัตน์ โรจน์ดวง. (2568). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารพุทธสังคมวิทยาปริทรรศน์*, 10(1), 1–15.
- โรงเรียนอนุบาลจันทบุรี. (2566). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา. <https://www.abcs.ac.th/>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2567). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2566. <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/2989/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2567). รายงานผลการประเมิน PISA 2022 ของประเทศไทย. สสวท.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579*. กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579* (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2564). กระทรวงศึกษาธิการ.
- ภิญโญ วงษ์ทอง. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(1), 94–112. <https://doi.org/10.14456/jstel.2019.7>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education—A tool on whose terms?*. UNESCO Publishing.
- Weir, J. J. (1974). Problem solving is everyone's problem. *The Science Teacher*, 41(1), 16–18.

World Economic Forum. (2023). *The future of jobs report 2023*. World Economic Forum.

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086.