ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา

Learning Achievement and Thinking of Scientific Creative Problem Solving of Mattayomsuksa Four Students Using the STEAM Education Method

ศราวุธ วงษ์แก้ว[1], นพมณี เชื้อวัชรินทร์[2], เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์[3]
Sarawut Wongkaew[1], Nopmanee Chauvatcharin[2], Chade Sirisawat[3]
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา[1-3]
Faculty of Education, Burapha University[1-3]
E-mail: sarawutWK37@gmail.com[1] E-mail: Nopmanee@go.buu.ac.th[2] E-mail: chade_m@go.buu.ac.th[3]

Received : September 5, 2024, **Revised :** January 25, 2026, **Accepted :** February 14, 2026

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ 1.เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา 2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า 1.นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยจำแนกรายด้านตามแนวคิดของ Klopfer (1971) พบว่านักเรียนมีคะแนนด้านความรู้ความจำมากที่สุดเท่ากับ 63.45 2. นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จำแนกเป็นรายด้าน พบว่ามีคะแนนพัฒนาการและค่าความต่างร้อยละในขั้นการค้นพบคำตอบมีคะแนนพัฒนาการและค่าความต่างร้อยละสูงที่สุด

คำสำคัญ: การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, สะตีมศึกษา

Abstract

This Article aimed to study 1.) Examine science learning achievement before and after the application STEAM Education compared to the 70 percent, and to investigate the Thinking of scientific creative problem solving before and after the application of STEAM Education approach. The samples of the study were 45 students of Mattayomsuksa 4 at Darasamutr School, participants were selected by cluster random sampling through cluster sampling. The research instruments consisted of lesson plans of the STEAM Education approach, an achievement test, a Thinking of scientific creative problem solving test. The data were analyzed using the mean ($\bar{x}$): standard deviation (S.D.). The study found that Student learning achievement after the application of the STEAM Education approach was significantly higher than that before using it, which was at .05. The students had achievement in learning. Post-study was significantly higher than before at the .05 level, with an average of 22.71, and an average after-study of 70% (21 points) with an average of 21.71. Students have the ability to Thinking of scientific creative problem solving. After learning management was significantly higher than before learning management was statistically significant at the .05 level, The after learning management scores for the ability to thinking of scientific creative problem solving. The average score of 21.21, which can be seen after the learning management, has a higher average score before learning and above the specified criteria is 16.8

KEYWORDS: Thinking of scientific creative problem solving, Learning Achievement, STEAM education

บทนำ

โลกในศตวรรษที่ 21 เป็นโลกไร้พรมแดนโดยสมบูรณ์ ความก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การเข้าถึงองค์ความรู้ต่าง ๆ สามารถทำได้อย่างสะดวก แต่ก็มีความท้าทายที่เกิดจากสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปเช่นนี้ คือการปรับตัวอย่างไรให้พร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงและสภาวการณ์แข่งขันที่เพิ่มขึ้น คนที่จะอยู่รอดได้คือคน ที่พัฒนาและฝึกฝนตนเองให้พร้อมทั้งความรู้ ทักษะและสมรรถนะต่าง ๆ ให้มีความหลากหลาย รอบรู้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอเพื่อให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงภายใต้ระบบเศรษฐกิจโลกใหม่ โดยการที่จะให้ทุกคนดำรงชีวิตประจำวันอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีความสุขและมีประสิทธิภาพได้นั้น ต้องได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ ดังนั้นในการจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่าง ๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริงเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) (วิจารณ์ พานิช, 2556) แต่การศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันพบว่าผู้สอนส่วนมากยังคงสอนแบบบรรยาย เน้นให้ผู้เรียนท่องจำเนื้อหาในบทเรียน ทั้งผู้เรียน ผู้สอนผู้ปกครอง ไม่ให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพราะเห็นความสำคัญของการสอบเข้ามหาวิทยาลัยมากกว่า (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) และถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีการส่งเสริมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาเป็นระยะเวลานาน รวมถึงยังมีการพัฒนาหลักสูตรให้เป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมมาโดยตลอด แต่จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานวัดการศึกษาระดับชาติ ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำปีการศึกษา 2561 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั่วทั้งประเทศ ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.30 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 (กระทรวงศึกษาธิการ , 2561) และเมื่อผู้วิจัยทำการศึกษาถึงผลคะแนนการทดสอบระดับชาติ (O- NET) วิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนดาราสมุทร พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อีกทั้งในระหว่างการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยายังมีการแทรกกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้ามาในรายวิชาด้วย ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีศึกษาปัญหาที่จะนำมาทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา ฝึกการคิดแก้ไขปัญหา การคิดออกแบบวางแผน ทดลองและสรุปผล การทดลอง รวมถึงการคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานในการนำเสนอผลการทดลอง แต่จากการสังเกตพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ทราบปัญหาที่จะนำมาทำกิจกรรมอีกทั้งยังไม่สามารถคิดแก้ไขและวางแผนการทดลองและออกแบบชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ และเนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาผลคะแนนการสอบ PISA ของนักเรียนโรงเรียนดาราสมุทร ด้านความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) พบว่านักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งในการประเมินการฉลาดรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จะครอบคลุม ใน 3 ด้าน คือ 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ ความรู้ในโลกธรรมชาติที่เรียกว่า ความรู้วิทยาศาสตร์กับความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 2. ทักษะทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ทักษะในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุประเด็น ทางวิทยาศาสตร์การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และการใช้ประจักษ์พยาน ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ 3. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ได้แก่ ความสนใจในวิทยาศาสตร์การสนับสนุนส่งเสริมการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ และการแสดงความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนน PISA ด้านความฉลาดรู้วิทยาศาสตร์ถือเป็นคะแนนที่บอกได้ถึงความสามารถด้านต่าง ๆ และเมื่อผู้วิจัยศึกษาผลคะแนนทั้ง 3 ด้านพบว่านักเรียนมีคะแนนด้านความฉลาดรู้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีคะแนน 298 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) ซึ่งสอดคล้องกับที่ผู้วิจัยที่ได้ทำการสังเกตการสอนพบว่าผู้เรียนยังมีทักษะในการคิดแก้ปัญหา การวางแผนการทดลองและการสรุปผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับทักษะสำคัญที่ควรส่งเสริมในการดำรงชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21 และปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและปัญหาทางด้านทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ ส่งเสริมทักษะชีวิตจริงในศตวรรษที่ 21 และแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและปัญหา

ทางด้านทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ โดยจากการศึกษาพบว่า สะตีมศึกษา (STEAM education) เป็นแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยประกอบด้วยการบูรณาการ 5 สาระวิชา ได้แก่วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะและคณิตศาสตร์ โดยมีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแนวคิดที่ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการขาดแคลนด้านกำลังคนทางด้านสะเต็ม ในการคิดค้นนวัตกรรมต่างๆ รวมถึงนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาผลคะแนน PISA ต่อมา Yakman (2016) ได้มีการนำแนวคิดสะเต็มศึกษามาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจในประเทศญี่ปุ่นโดย Yakman (2016) ได้กล่าวว่าการที่จะพัฒนากำลังคนนั้นให้สามารถแข่งขันกับเศรฐกิจโลกนั้น สะเต็มศึกษาสามารถทำได้ แต่การที่มีการนำสาระศิลปะเข้ามาเพราะว่าศิลปะจะช่วยให้มนุษย์สามารถมีความคิดที่หลากหลายแนวทางมากขึ้น สามารถคิดได้อย่างยืดหยุ่นและไม่ตายตัวมากจนเกินไป อีกทั้งศิลปะศาสตร์ล้วนมีบทบาทต่อมนุษย์โลกอยู่แล้วในชีวิตประจำวัน เช่น ศิลปะในการสื่อสาร เป็นต้น โดยแนวคิดสะตีมศึกษามีแนวโน้มที่จะสามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้และสะตีมศึกษานั้นเป็นแนวคิดที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด หาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสะตีมศึกษายังสามารถช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ เนื่องจากเป็นแนวทางที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาทางวิชาการและนำมาประยุกต์ใช้ได้ในชีวิต (Madden et al., 2013) สอดคล้องกับ Riley (2016) ที่กล่าวว่าสะตีมศึกษาเป็นแนวคิดทางการศึกษาที่นำทางนักเรียนไปสู่การสืบเสาะ การอภิปราย การคิดวิเคราะห์และมีการวางแผนการทำงานร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่ม รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีความคงทนในการเรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาและมีการคิดวิเคราะห์ได้ อีกทั้งยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างให้นักเรียนเป็นกำลังพลด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้างนวัตกรรมสำหรับพัฒนาประเทศ และมีความพร้อมในการแก้ปัญหาได้ในอนาคต และจากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาถือเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสามารถส่งเสริมการคิดแก้ไขปัญหาทางอย่างสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์ได้ ดังเช่นงานวิจัยของ มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559) สมรัก อินทวิมลศรี (2560) Park & Shin (2012) ที่ได้นำแนวคิดสะตีมศึกษาเข้ามาเพื่อช่วยในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษามาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา

2. เพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา

การทบทวนวรรณกรรม

STEAM หรือ สะตีมศึกษา (STEAM education) ได้รับการกล่าวถึงในหลายลักษณะด้วยกัน กล่าวคือ สะตีมศึกษาเป็นรูปแบบการศึกษาและเป็นกรอบแนวคิด (Framework)

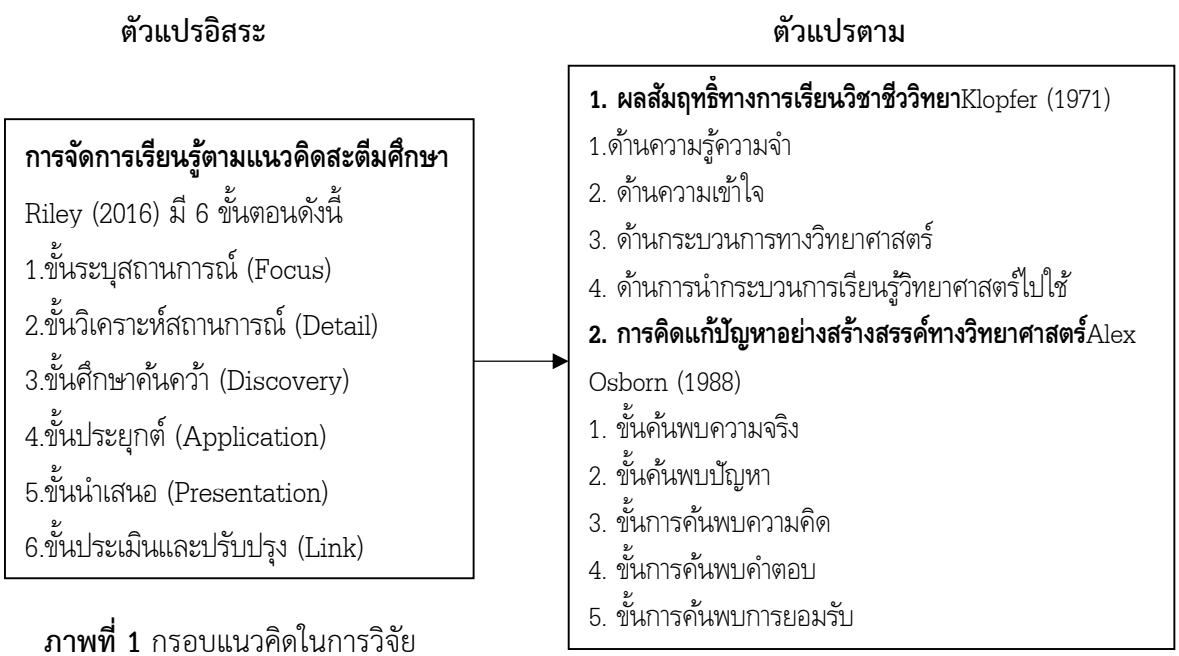
Yakman (2016) ผู้ที่พัฒนาแนวคิดสะตีมศึกษา กล่าวว่า สะตีมศึกษาคือรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ถูกพัฒนาต่อยอดมาจากรูปแบบการจัดการเรียนการรู้สะเต็มศึกษา (STEM education) โดยในแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นประกอบไปด้วย 4 รายวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่สะตีมศึกษามีการนำศิลปะเข้ามาร่วมด้วย เพื่อใช้ในการวางแผนหลักสูตรแบบบูรณาการ นอกจากนี้ยังระบุลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษาว่าประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1.สถานการณ์ (Situation) 2. การออกแบบเชิงสร้างสรรค์เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา (Creative design) 3. ความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา (Emotional touch)

Riley (2014) กล่าวว่าสะตีมศึกษาคือแนวทางการศึกษาสำหรับผู้เรียนโดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะและคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางผู้เรียนไปสู่การสืบเสาะ อภิปรายและคิดวิเคราะห์ นอกจากนั้นยังกล่าวว่าสะตีมศึกษาเป็นแนวคิดไม่ใช่หลักสูตรทางการศึกษา โดยมีลักษณะสำคัญคือมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียนหรือที่เรียกว่ามีการเรียนรู้ตลอดเวลา มีการวางแผนแบบร่วมมือและมีการเชื่อมโยงสภาพการณ์จริงเข้ากับรายวิชาต่าง ๆ ในแนวคิดสะตีมศึกษา

จากการศึกษาความหมายของสะตีมศึกษา จึงสรุปได้ว่าสะตีมศึกษา (STEAM education) หมายถึงแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหา 5 รายวิชาเข้าด้วยกันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะและคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์เป็นฐานในการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำผู้เรียนไปสู่การสืบเสาะหาความรู้

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 90 คน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร ศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำวน 45 คน โดยทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

2.เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ

ข้อที่ 1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ข้อที่ 2. ศึกษาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

จากวัตถุประสงค์ที่กล่าวมาข้างต้น ได้ผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	SD	df	t	P
คะแนนก่อนเรียน	45	8.44	2.72	44	17.109*	.000
คะแนนหลังเรียน	45	22.71	4.38	44	-	-

*$p < .05$

จากตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.44 และหลังเรียนเท่ากับ 22.71 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน จำแนกรายด้าน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		D	ค่าความต่างร้อยละ	ลำดับ
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD			
ด้านความรู้ความจำ (9)	2.43	0.18	6.88	1.21	4.45	63.45	1
ด้านความเข้าใจ (9)	4.17	1.00	7.91	0.98	3.74	47.39	2
ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (6)	2.55	0.29	4.17	1.74	1.62	42.16	4
ด้านการนำกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ (6)	3.29	1.35	5.41	1.13	2.12	42.36	3
รวม	12.41	2.82	24.37	4.64	11.93	195.36	-

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาคะแนนทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยจำแนกรายด้านตามแนวคิดของ Klopfer (1971) พบว่าด้านความรู้ความจำมีค่าเฉลี่ยความต่างร้อยละมากที่สุดเท่ากับ 63.45 รองลงมาคือ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้และด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 47.39, 42.36 และ 42.16 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

การทดสอบ	n	เกณฑ์	$\bar{x}$	SD	df	t	p
คะแนนหลังเรียน	45	21	22.71	4.30	44	22.619	.060

*$p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่าจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.71 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ระดับนัยสำคัญ .05 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	SD	df	t	p
คะแนนก่อนเรียน	45	8.10	2.08	44	33.81	.000
คะแนนหลังเรียน	45	21.80	1.39	44		

*$p < .05$

จากตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลัง จากการวิเคราะห์พบว่าคะแนนค่าเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 8.10 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 21.80 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลัง จำแนกตามกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		D	ค่าความต่างร้อยละ	ลำดับ
			$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD			
ขั้นการค้นพบความจริง	45	4	1.40	0.80	3.71	0.45	2.31	57.75	3
ขั้นการค้นพบปัญหา	45	4	1.53	0.84	3.51	0.54	1.98	49.50	5
ขั้นการค้นพบความคิด	45	4	1.37	0.77	3.71	0.45	2.34	58.50	2
ขั้นการค้นพบคำตอบ	45	8	2.42	1.09	7.28	0.75	4.86	60.75	1
ขั้นการค้นพบการยอมรับ	45	4	1.42	0.83	3.57	0.54	2.15	53.75	4

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ยกกำลังแสดงถึงลำดับคะแนนจากสูงไปต่ำ

*$p < .05$

จากตารางที่ 5 คะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ด้านตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์พบว่า

มีคะแนนพัฒนาการและค่าความต่างร้อยละตามตัวเลขที่ยกกำลังในแนวตั้ง โดยด้านที่มีคะแนนพัฒนาการและค่าความต่างร้อยละสูงที่สุดคือขั้นการค้นพบคำตอบ รองลงมาคือ ขั้นการค้นพบความคิด ขั้นการค้นพบความจริง ขั้นการค้นพบการยอมรับและขั้นการค้นพบปัญหา

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (16.8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน)

การทดสอบ	n	เกณฑ์	$\overline{x}$	SD	df	t	p
คะแนนหลังเรียน	45	16.8	21.21	1.39	44	24.10	.000

*$p < .05$

จากตารางที่ 6 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (16.8 คะแนน) พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 21.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ตอนที่ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน จากการวิเคราะห์ผลพบว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังข้อที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาบูรณาการเพื่อใช้ในการนำทางและพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนจดจำความรู้ได้ดีผ่านประสบการณ์จริงที่ได้ลงมือปฏิบัติ นักเรียนได้ทำความเข้าใจ ศึกษาค้นคว้าข้อมูล คิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาหรือข้อสรุปร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่ม ได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองโดยมีครูคอยชี้แนะและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในส่วนของสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย เช่น สื่อเทคโนโลยีสำหรับสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต วัสดุอุปกรณ์การทดลอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงเนื้อหาได้รวดเร็วมากขึ้น รวมถึงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษานั้นยัง

มีรูปแบบและเทคนิคการสอนที่มีความหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนมากขึ้น จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผลการวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับแนวคิดของ Riley (2016) กล่าวว่า สะตีมศึกษา คือ แนวคิดทางการศึกษา (Educational approach) สำหรับการเรียนรู้โดยใช้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะและคณิตศาสตร์เพื่อนำทางผู้เรียนไปสู่การสืบสอบ การอภิปรายและการคิดวิเคราะห์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yakman (2014) ที่พบว่า สะตีมศึกษาเป็นกรอบแนวคิดใหม่พัฒนาเพื่อสนับสนุนการศึกษาทฤษฎีใหม่ โดยมีรากฐานมาจาก STEM ทำให้นักเรียนมีความรู้กว้างในวิชาหลักและการนำศิลปะเข้าไปช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ด้วยการคิดขั้นสูงระหว่างสาขาวิชาส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นอีกทั้งยังได้แสดงความคิดที่หลากหลายและสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับ Kim (2011) กล่าวว่า การเพิ่มศิลปศาสตร์สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างศิลปศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์) และวิทยาศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงวิชาการ) ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้นและนอกจากนี้ผลการวิจัยข้างต้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของฟัตมาอัสไวนี ตาเย๊ะ และคณะ (2560) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษามุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกการคิด การทำงานร่วมกันเป็นทีม และให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้และประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำรงชีวิตจริง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จารีพร ผลมูล สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ และเกริก ศักดิ์สุภาพ (2558) ซึ่งนำความรู้วิทยาศาสตร์ในแหล่งการเรียนรู้ธรรมชาติและเทคโนโลยีพื้นบ้านในท้องถิ่นเป็นแกนหลักมาบูรณาการร่วมกับวิชาเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้แบบองค์รวม ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแยกออกเป็นด้านต่าง ๆ ตามแนวคิดของ Klopfer (1971)

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะและคณิตศาสตร์มาบูรณาการเพื่อใช้ในการนำทางและพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในด้านต่างๆ และจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาชีววิทยาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาตามแนวคิดของ Klopfer (1971) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาสามารถส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดได้

ตอนที่ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จากการวิจัยครั้งนี้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากการวิเคราะห์พบว่าผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนัสรินทร์ บือซา (2558). ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา (STEAM education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยทำ การเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการที่คะแนนหลังเรียนสูงเกิดจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา สอดคล้องกับ Park and Shin (2012) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากนักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์จากสิ่งที่นักเรียนสนใจ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสร้างสรรค์ผลงาน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะตีมศึกษาสามารถพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ อีกทั้งใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ยังส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นเพราะนักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์จากสิ่งที่เกิดขึ้นจริงและจากสิ่งที่นักเรียน สนใจ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาให้นักเรียนเรียนด้วยความกระตือรือร้นทำ ให้นักเรียนมีแรงบันดาลใจ อยากรู้อยากค้นหาคำตอบ อยากเรียนด้วยความเข้าใจ สนุกกับการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี Constructionism กล่าวคือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเอง ของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยี ที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมชัดเจนและเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดเกิดขึ้นมาก็หมายถึงการสร้างความรู้ ขึ้นในตนเองนั่นเอง ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนไม่ลืมง่ายและจะสามารถ ถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดี(ทิศนา แขมมณี, 2560) ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สูงขึ้นและนักเรียนได้รับการพัฒนาตามศักยภาพ

ตอนที่ 3. การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากแนวคิดสะตีมศึกษา ซึ่งเป็นแนวคิดที่ถูกคิดค้นขึ้นมา โดยมีพื้นฐานที่พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEM education) โดยชื่อของสะตีมศึกษามาจากองค์ประกอบของอักษรภาษาอังกฤษ 5 ตัว โดยแต่ละตัวอักษรแสดงถึงเนื้อหารายวิชาที่จะถูกนำมาบูรณาการแบบสหวิทยาการเข้าด้วยกัน 5 เนื้อหาสาระได้แก่ Science, Technology, Engineering,

Arts และ Mathmatic) โดยสาเหตุที่ผู้คิดค้นได้เพิ่มศิลปะเข้าไปในสะเต็มศึกษา เนื่องจากศิลปะหมายถึงการจัดกิจกรรมให้เด็กได้ความรู้ด้านองค์ประกอบศิลป์ ซึ่งศิลปะจะเข้าไปช่วยส่งเสริมทางด้านการคิดที่มีความหลากหลาย ยืดหยุ่นและสร้างสรรค์ อีกทั้งจะเห็นว่าศิลปะนั้นสามารถประกอบเข้ากับทุก ๆ รายวิชาของสะเต็มศึกษาได้และทำให้เกิดแนวทางในการพัฒนาการศึกษาต่อไปและศิลปะยังเข้าไปช่วยสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศในการเรียนที่ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถพัฒนาภาษาและสังคมศึกษาให้นักเรียนไปพร้อม ๆ กันได้อีกด้วย (Land, 2013) อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Park and Shin (2012) ที่กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่นักเรียนจะต้องใช้เวลาในการสะสมความรู้และหากได้รับการชี้แนะหรือฝึกฝนจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางด้านศิลปะไปใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาตามแนวทางของ Riley (2016) ที่กล่าวว่าแนวคิดสะตีมศึกษาเป็นแนวคิดที่เน้นการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ กระบวนการแก้ไขสถานการณ์ ส่งเสริมการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ (Creative process) มี 6 ขั้นตอนดังนี้

1.ขั้นระบุสถานการณ์ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามที่ต้องการหาคำตอบของบทเรียนหรือต้องการแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ

2.ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ เป็นขั้นที่นักเรียนได้คำถามหรือปัญหาที่ต้องการแล้วนำมาวิเคราะห์หารายละเอียดหรือหาองค์ประกอบว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดปัญหานั้น ขั้นตอนนี้ทำให้ครูทราบถึงความรู้พื้นฐานและทักษะกระบวนการเดิมของนักเรียนที่นำมาใช้แก้ปัญหา

3.ขั้นศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาคำตอบหรือการแก้ไขปัญหา

4.ขั้นประยุกต์ เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ทางแก้ปัญหาหรือคำตอบของคำถามได้แล้ว นักเรียนจะได้สร้างและอธิบายเกี่ยวกับปัญหา โดยการแสดงจากข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าผ่านการสร้างสรรค์ผลงาน

5.ขั้นนำเสนอ เป็นขั้นที่นักเรียนเผยแพร่ผลงานหรือแลกเปลี่ยนมุมมอง การแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้รับทราบ

6.ขั้นประเมินและปรับปรุง เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงวิธีแก้ไขปัญหาหรือผลงานของตัวเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับแนวคิดสะตีมศึกษาตามแนวทางของ Riley (2016) นั้น จะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะเห็นได้จากการวิเคราะห์ในตารางที่ 4-9 ซึ่งเปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลัง มีค่าเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 8.10 หลังเรียนเท่ากับ 21.80 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับนัสรินทร์ บือซา (2558) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

(STEM education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับฟัตมาอัส ไวนีตาเย๊ะ (2560) ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 4. การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาหลังเรียนสูงเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยโปรแกรมสำเร็จ พบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ซึ่งเป็นแนวคิดที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ และมีการคิดวิเคราะห์วางแผนในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อีกทั้งแนวคิดสะตีมศึกษา ยังเป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนามาจากแนวคิดสะเต็มศึกษาซึ่งแนวคิดสะตีมศึกษาเกิดจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา มีความต้องการที่จะพัฒนาผู้เรียนทางด้านสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ทุกคนสามารถทำการปฏิบัติงานได้ทุกระดับ แต่พบว่าในการพัฒนาผู้เรียนทางด้านสะเต็มศึกษานั้นจะต้องมีประยุกต์ใช้สาระการเรียนรู้อื่นเข้ามาช่วยส่งเสริมความรู้สะเต็มมากขึ้น โดยสาเหตุที่มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห้งสหรัฐอเมริกานำรูปแบบการเรียนรู้แบบสะเต็มเข้าใช้เนื่องจากในประเทศสหรัฐอเมริกาได้พบการขาดกำลังคนทางด้านสะเต็มและบัณฑิตใหม่ยังขาดความคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรม ส่งผลให้ไม่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันทางเศรษฐกิจระดับโลก จึงได้มีการนำสะเต็มศึกษาเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนซึ่งเป็นการบูรณาการข้ามรายวิชา แต่ในการพัฒนานวัตกรรมให้มีความก้าวหน้านั้นไม่ได้มาจากเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียวแต่จำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ศิลปะและการออกแบบร่วมด้วยจึงจะทำให้การพัฒนานวัตกรรมดังกล่าวให้เศรษฐกิจเจริญเติบโตได้ (Land, 2013) ต่อมาในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีนักวิชาการชื่อ Yakman (2016) ทำการศึกษาและพัฒนารูปแบบในการศึกษาหรือแนวคิดซึ่งเรียกว่า สะตีมศึกษา (STEAM Education) ขึ้นมาโดยมีพื้นฐานที่พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEM education) โดยชื่อของสะตีมศึกษามาจากองค์ประกอบของอักษรภาษาอังกฤษ 5 ตัว โดยแต่ละตัวอักษร

แสดงถึงเนื้อหารายวิชาที่จะถูกนำมาบูรณาการแบบสหวิทยาการเข้าด้วยกัน 5 เนื้อหาสาระได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะและคณิตศาสตร์โดยรายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกันได้ผ่านการประยุกต์กับบริบทหรือสถานการณ์จริง โดยสาเหตุที่ผู้คิดค้นได้เพิ่มศิลปะเข้าไปในสะเต็มศึกษา เนื่องจากต้องการสร้างกรอบความคิดทางการศึกษาที่สามารถเชื่อมโยงการศึกษาวิทยาศาสตร์กับสาขาต่าง ๆ ของศิลปะได้ และนอกจากการศึกษาเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันแล้วการเรียนรู้ศิลปะทางสังคม ความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์กับ สังคมหรือกิจกรรมของมนุษย์ก็เป็นสิ่งจำเป็นที่ควรศึกษาและทำความเข้าใจ นอกจากนี้ศิลปะยังที่เป็นองค์ประกอบของสะตีมศึกษาที่รวมถึงวิจิตรศิลป์ (Fine arts) ศิลปะกายภาพ (Physical arts) ศิลปะอุตสาหกรรม (Manual arts) ศิลปะศาสตร์ (Liberal arts) และภาษาศาสตร์ (Language arts) ซึ่งจะเห็นว่าศิลปะนั้นสามารถประกอบเข้ากับทุก ๆ รายวิชาของสะเต็มศึกษาได้และทำให้เกิดแนวทางในการพัฒนาการศึกษาต่อไปและศิลปะยังเข้าไปช่วยสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศในการเรียนที่ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถพัฒนาภาษาและสังคมศึกษาให้นักเรียนไปพร้อม ๆ กันได้อีกด้วย (Land, 2013)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนเกิดการคิดแก้ปัญอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการบูรณาการหลากหลายวิชาเข้าด้วยกัน ซึ่งลักษณะการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ของ Seymour Papert โดยการประยุกต์มาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ของเพียเจย์ (Jean Piaget) โดยอธิบายว่าผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง หากมีโอกาสที่ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ผ่านการออกแบบ (Learning by design) โดยการนำองค์ความรู้นั้นไปสร้างสรรค์ผลงาน โดยอาศัยเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งจะส่งให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และการแก้ไขปัญหาผ่านการสร้างสรรค์ผลงาน อีกทั้งยังสอดคล้องกับ นิพิฐพร โกมลกิตติศักดิ์ (2560) ที่ได้ศึกษาผลของกระบวนการจัดการเรียนรู้สะตีมศึกษาต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษามีผลคะแนนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

องค์ความรู้ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา จะได้พัฒนาความสามารถของตนเองพร้อมสู่การทำงานโดยคาดหวังให้นักเรียนได้มีคุณสมบัติของการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในกลุ่มและสามารถประยุกต์ใช้ทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ของสังคม

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาที่มีการทำงานเป็นทีมทั้ง 6 ด้าน 1 ด้านการสื่อสารอย่างเปิดเผยระหว่างทีมงาน 2. ด้านการมีส่วนร่วมของทีมงาน 3. ด้านการกำหนดเป้าหมายของทีมงาน 4. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ของทีมงาน 5. ด้านการไว้วางใจซึ่งกันและกันระหว่างทีมงานและ 6.

ด้านการยอมรับนับถือซึ่งกันและกันของทีมงานเพื่อให้การทำงานประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์และมีความหลากหลาย ได้มีการร่วมมือกันเพื่อให้งานประสบความสำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการวิจัยครั้งนี้ที่ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้น จากการจัดการเรียนรู้ในขั้นการค้นคว้า พบว่านักเรียนยังไม่สามารถสืบค้นข้อมูลได้ตรงประเด็นกับสถานการณ์ที่ได้รับ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ครูอาจช่วยชี้แนะแนวทางในการสืบค้นให้กับผู้เรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสืบค้นได้ตรงกับสถานการณ์ที่ได้รับ

2. จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาแล้วทำให้นักเรียนมีคะเนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาอื่นๆที่อยู่ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ แนวคิดสะตีมศึกษาถือเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากแนวคิดสะตีมศึกษามีการเพิ่มองค์ความรู้ด้านศิลปะที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ควบคู่กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาอื่นต่อไป

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติหรือการ จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร: คุรุสภา ลาดพร้าว. กระทรวงศึกษาธิการ.

จารีพร ผลมูล สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ และเกริก ศักดิ์สุภาพ (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา)*, 3(2): 1-13.

ทิศนา แขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัสรินทร์ บือซา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 24(4): 91-110.

นราวดี จ้อยรุ่ง, นพมณี เชื้อวัชรินทร์และเชษฐ์ ศิริสวัสดิ์. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการกลุ่มของนักเรียนพิเศษชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับเทคนิค TGT. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,* 20(2): 75-88.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STETeducationกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วาสารนักบริหาร*, 3(2):49-56.

ฟัตมาอัส ไวนีตาเย๊ะ, ณัฐฐินี โมพันธุ์ และมัฮดี แวดราแม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 4(2): 1-14.

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการศึกษา. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. (พิมพ์รั้งที่2). กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิชย์

วิจารณ์ พาณิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพมหานคร: ส.เจริญการพิมพ์.

สำราญ พวงมาลัย (2548). *การผลิตบทเรียนการ์ตูนประกอบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว203) เรื่องหญิงและชาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาการศึกษาและหลักสูตร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์. (2560). ผลของการใช้แนวคิดสะตีมศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,* 47(2): 410-429.

สาริญา และสุม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วาสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 29(1).

Klopfer, L. E. (1971). *Evalution of learning in science. Handbook on formative and Summative evalution of student learning.* New York: McGraw-Hill hook company.

Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts in to STEM. *Procedia Computer Science*, *20*, 547-552.

Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B.,Pearon, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum. *Sciencedirec*, 20, 541-546.

Kim, K.H. (2011). The Creativity Crisis: The Decrease in Creative Thinking Scores on The Torrance Test of Creative Thinking. *Creativity Research Journal*, *23*(4): 285-295.