JOURNAL OF EDUCATION AND INNOVATION

Research Article

THE RESULTS OF USING A LEARNING ACTIVITY BASE ON THE CONCEPT OF STEAM EDUCATION TO DEVELOP LEARNING ACHIEVEMENT AND CREATIVE ABILITY OF 10TH GRADE STUDENTS

ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Received: January 25, 2023 **Revised:** March 17, 2023 **Accepted:** March 27, 2023

Padtamaporn Sukpongthai[1] Chade Sirisawat[2*] and Thanawuth Latwong[3]
ปัทมพร สุขพงษ์ไทย[1] เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์[2*] และธนาวุฒิ ลาตวงษ์[3]

[1,2,3]Faculty of Education, Burapha University, Chonburi 220131, Thailand
[1,2,3]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

*Corresponding Author, E-mail: chade@buu.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to study the results of using a learning activity base on the concept of STEAM Education to towards learning achievement and creative ability of 10th grade students. The action research consists of 3 cycles, each cycle consisting of 1) Plan, 2) Action, 3) Observation, and 4) Reflection. The target group of this research consisted of 37 tenth grade students. The research instruments consisted of 1) the lesson plans based on the STEAM Education approach, 2) physics achievement test on linear motion, force and Newton's laws of motion, and two-dimensional motion, 3) the achievement quizzes at the end of each cycle, and 4) the assessment form for work creative ability. The data were analyzed by mean, standard deviation, relative gain score, and qualitative analysis. These were the results of this research: 1) The tenth grade student's learning achievements based on the STEAM Education approach had a relative gain score of 51.30 percent, which was a high-level development. 2) The tenth grade student's work creative ability based on the STEAM Education approach had a work creative ability score of 76.46 percent, which was a good level.

Keywords: STEAM Education, Learning Achievement, Creative Ability

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการต่อเนื่องกัน 3 วงจร แต่ละวงจรประกอบด้วย 1) ขั้นวางแผน 2) ขั้นปฏิบัติ 3) ขั้นสังเกต และ 4) ขั้นสะท้อนผล กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีม 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่แนวโค้ง 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจร และ 4) แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษามีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 51.30 อยู่ในระดับพัฒนาการระดับสูง 2) ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษามีคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานร้อยละ 76.46 อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

บทนำ (Introduction)

ประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจ สังคม ตลอดจนเทคโนโลยี ซึ่งการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้าไปสู่ประเทศไทย 4.0 รวมทั้งการสร้างเสริมขีดความสามารถของประเทศในการแข่งขันระดับนานาชาตินั้น มีปัจจัยสำคัญ คือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยเหตุผล วิทยาศาสตร์เป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างเทคโนโลยีลักษณะต่างๆ ช่วยให้พัฒนาวิธีคิด มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ อีกทั้งช่วยในการตัดสินใจข้อมูลที่สามารถตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับประเทศไทยจำเป็นต้องอาศัยการวางรากฐานในระบบการศึกษา ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ สมดุลทั้งปัญญา จิตใจ ร่างกายและสังคม ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อมีความรู้ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ (Ministry of Education, 2017)

ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร จากการศึกษาข้อมูลของผู้วิจัยพบว่า ผลการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไทยอายุ 15 ปี จากโครงการประเมินผลผู้เรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ในปีพ.ศ.2561 มีคะแนนเฉลี่ยด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD (PISA Thailand, 2019) แสดงให้เห็นว่า สมรรถนะของผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพื้นฐานเท่านั้น อีกทั้งวิชาฟิสิกส์นั้นเป็นวิชาที่สำคัญส่วนหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ศึกษาความจริงเกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยเฉพาะเรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ แรงและกฎการเคลื่อนที่ เป็นบทเรียนพื้นฐานสำคัญที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันโดยตรง อีกทั้งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์ หรือสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐานการในประกอบอาชีพ เช่น วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ธรณีวิทยา วัสดุศาสตร์ ฯลฯ (IPST, 2019) แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ค่อนข้างต่ำกว่าเกณฑ์ อีกทั้งผู้เรียนขาดความเข้าใจในเนื้อหา หลักการ และไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ (Wells J., et. al., 2020) สะท้อนถึงความสำคัญของวิชาฟิสิกส์และปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ควรได้รับการพัฒนาเพื่อให้ก้าวทันระดับนานาชาติ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้เชิงสหวิทยาการ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการสร้างนวัตกรรมและบูรณาข้ามสาระเนื้อหา รวมถึงวิธีการสอนที่มีเทคโนโลยีเป็นตัวเกื้อหนุน อีกทั้งมุ่งเน้นพัฒนาทักษะ

ที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงาน และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต (Ministry of Education, 2017) หนึ่งในนั้น คือ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity & Innovation) โดยมีพื้นฐานจากแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ผู้เรียนจะสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่คงทนและเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ขึ้นได้ (Khammani, 2005) ดังนั้น ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะนำไปสู่การผลิต และคิดค้นนวัตกรรมใช้แก้ปัญหาจนบรรลุลัพธ์ที่สำคัญและนำไปพัฒนาประเทศในอนาคต

หนึ่งในแนวคิดที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า พร้อมกับวิเคราะห์ความสำคัญ และสภาพการณ์ดังกล่าวที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน คือ แนวคิดสะตีมศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวคิดสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่บูรณาการร่วมกับกลุ่มศาสตร์ต่างๆ 5 กลุ่ม คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นโดย Riley (2014) ได้แก่ 1) ขั้นสำรวจค้นหา (Investigate) ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน 2) ขั้นค้นพบ (Discovery) ครูและผู้เรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ขั้นเชื่อมโยง (Connect) ผู้เรียนนำความรู้และทักษะต่างๆ มาออกแบบและคิดหาคำตอบ 4) ขั้นสร้าง (Create) ผู้เรียนออกแบบหรือสร้างชิ้นงาน เพื่ออธิบายวิธีการแก้ปัญหา 5) ขั้นสะท้อน (Reflect) ผู้เรียนประเมินเพื่อสะท้อนชิ้นงานของตนเองและของเพื่อนร่วมชั้น แสดงให้เห็นว่าแนวคิดสะตีมศึกษาสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา ช่วยให้สามารถถ่ายทอดจินตนาการออกมาในรูปแบบชิ้นงานได้ ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phengnoi and Boonsom (2021) ศึกษาผลสัมฤทธิ์โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education พบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน โดยผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Radziwill et al. (2015, p. 3) ศึกษาการสร้างชิ้นงานวัตถุ 3 มิติและความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดค่ายช่วงฤดูร้อน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เรียนที่เป็นอาสาสมัครอยู่ในช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวนทั้งหมด 104 คน จากโรงเรียนต่างๆ ในรัฐเทกซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี ซึ่งสะท้อนจากการออกแบบชิ้นงานต่างๆ ของผู้เรียน

จากความสำคัญข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวติดสะตีมศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่แนวโค้ง ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้บูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ ด้านเทคโนโลยี ด้านวิศวกรรม ด้านคณิตศาสตร์ และด้านศิลปะ ที่มีความท้าทายให้แก่ผู้เรียนและนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมายที่ใช้วิจัยในครั้งนี้ เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน ที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากตัวชี้วัดและสาระแกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบเนื้อหาย่อย 3 เรื่อง ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่แนวโค้ง

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ระยะเวลาการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการวิจัยทั้งสิ้น 33 คาบ ดำเนินการต่อเนื่องกันเป็น 3 วงจร วงจรละ 12, 12 และ 9 คาบ ตามลำดับ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action research) ใช้แบบแผน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล (PAOR: Plan, Act, Observe, Reflect) ต่อเนื่องกัน เป็น 3 วงจร (Kemmis & McTaggart, 1988) โดยเครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสำรวจค้นหา 2) ขั้นค้นพบ 3) ขั้นเชื่อมโยง 4) ขั้นสร้าง และ 5) ขั้นสะท้อน จำนวน 3 แผน รวมทั้งสิ้น 33 คาบ โดยขอบข่ายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดังตาราง 1 จากนั้นนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน จากการประเมินพบว่า ค่าความเหมาะสมเท่ากับ 4.61, 4.57 และ 4.74 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด นำบางกิจกรรมไปทดลองใช้ (Try-out) กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้วิจัย

Table 1

The edges of each learning plan are based on the concept of STEAM Education
ขอบข่ายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา

ขอบข่าย STEAM Education	แผนการจัดการเรียนรู้		
	เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง (12 คาบ)	เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ (12 คาบ)	เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง (9 คาบ)
(S) = Science	ปริมาณต่างๆ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ อัตราเร็วและความเร่งคงตัว	กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	ลักษณะการเคลื่อนที่แนวโค้ง
	การค้นคว้า ทดลอง และสรุปผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์		
(T) = Technology	การคิดค้นวิธีการ และการสืบค้นฐานข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์		
(E) = Engineering	การออกแบบตามหลักกการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยคำนึงถึงเงื่อนไขตามที่กำหนด		

ขอบข่าย STEAM Education	แผนการจัดการเรียนรู้		
	เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง (12 คาบ)	เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ (12 คาบ)	เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง (9 คาบ)
(A) = Arts	การตกแต่งให้มีความสวยงาม รูปร่างแปลกใหม่ ภาษาพูดและนำเสนออย่างสร้างสรรค์		
(M) = Mathematics	การวัด และคำนวณในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ		
ชิ้นงานหรือวิธีการ	**รถยนต์ขวดน้ำ**	**Safety Bus**	**ถนนโค้ง**

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่แนวโค้ง จำนวน 60 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวนทั้งหมด 24 ข้อ และแบบอัตนัย มีจำนวนทั้งหมด 6 ข้อ ที่สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด 6 ด้าน คือ จำ เข้าใจ ปรับใช้ วิเคราะห์ ประเมินผล และสร้างสรรค์ ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 นำไปทดลองใช้ (Try-out) กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นคัดเลือกจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.38 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.22 - 0.65 และหาความเชื่อมั่น ใช้วิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (K.R.-20) เท่ากับ 1.02

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจร จำนวน 3 ฉบับ ประกอบด้วย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรที่ 2 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นวงจรละ 10 ข้อ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 9 ข้อ และแบบอัตนัย มีจำนวน 1 ข้อ ที่สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด 6 ด้าน คือ จำ เข้าใจ ปรับใช้ วิเคราะห์ ประเมินผล และสร้างสรรค์ นำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ซึ่งมีค่า 1.00 นำมาปรับปรุงแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้วิจัยกับกลุ่มเป้าหมาย

4. แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผู้วิจัยทำการวัด 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เกณฑ์ประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ (Riley, 2012) ได้แก่ 1) ความเข้าใจในแนวคิดสำคัญ และรายละเอียดต่างๆ 2) การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม 3) การประชุม 4) การพัฒนา และ 5) ความชัดเจนของการนำเสนอ ใช้ตรวจให้คะแนนก่อนผู้เรียนสร้างชิ้นงาน และส่วนที่ 2 เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน (OBEC, 2016) ได้แก่ 1) ความสมบูรณ์ชิ้นงาน 2) ความคิดสร้างสรรค์ 3) ประโยชน์ของชิ้นงาน และ 4) การนำเสนอ เป็นแบบประเมินลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ นำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 4.20–5.00 จากนั้นปรับปรุงก่อนนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยแนะนำข้อตกลง รูปแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา และบทบาทของผู้เรียน
2. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่แนวโค้ง เพื่อประเมินผู้เรียนรายบุคคล
3. ผู้วิจัยดำเนินการตามแบบแผนวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ต่อเนื่องเป็น 3 วงจร วงจรละ 12, 12 และ 9 คาบ ตามลำดับ ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 33 คาบ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยศึกษา วิเคราะห์สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาแนวทางและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา

3.2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้แต่ละวงจร ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่แนวโค้ง ตามลำดับ โดยให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม

3.3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม และการปฏิบัติการสอนของตนเองขณะที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจร แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน การสัมภาษณ์ และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยผลจากขั้นสังเกต นำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน วิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จากนั้นปรับปรุงเพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรถัดไปให้ดีขึ้น แล้วกลับเข้าสู่กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนอีกครั้งจนครบ 3 วงจร

5. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่แนวโค้ง เป็นฉบับเดียวกับทดสอบก่อนเรียน เพื่อประเมินผู้เรียนรายบุคคลหลังเรียน

6. นำข้อมูลเชิงปริมาณมาวิเคราะห์สถิติ และข้อมูลเชิงคุณภาพเสนอในรูปแบบความเรียง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เพื่อประเมินผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจร เพื่อสะท้อนผลการประเมินแต่ละวงจรเชิงปฏิบัติการ โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\overline{X}$) และวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (DS) นำมาเทียบกับเกณฑ์การแปรผล (Kanjanawasee, 2013, pp. 276-279) และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงคุณภาพเขียนรูปแบบความเรียง

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานในภาพรวม เพื่อประเมินผลการวิจัยและวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานท้ายวงจร เพื่อสะท้อนผลการประเมินแต่ละวงจรเชิงปฏิบัติการ โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) เทียบกับเกณฑ์การแปรผลที่กำหนดช่วงคะแนนจากพิสัย และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงคุณภาพเขียนรูปแบบความเรียง

ผลการวิจัย (Results)

1. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ดังแสดง Table 2

Table 2

Comparison scores the learning effectiveness of the received learning activities based on the concept of STEAM Education of pre-test and post-test in each behavior that needs to be measured by the student
ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาก่อนและหลังเรียน ในแต่ละพฤติกรรมที่ต้องการวัดของผู้เรียน

(n=37)

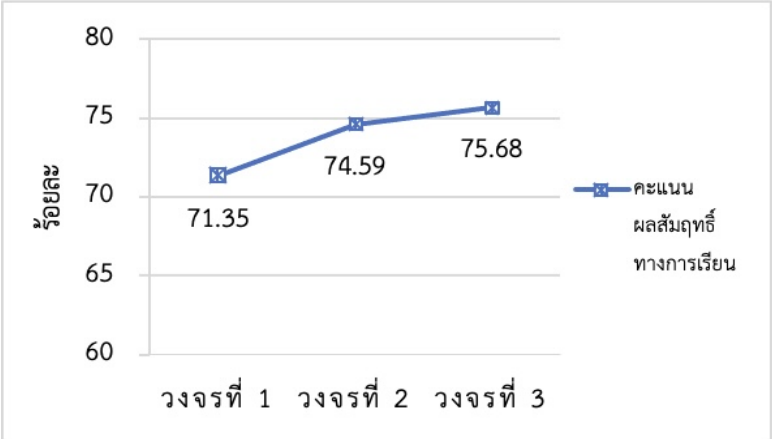
พฤติกรรมที่ต้องการวัด	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$		DS	DS%	ระดับพัฒนาการ
		ก่อนเรียน	หลังเรียน			
จำ	6	1.78	5.19	0.81	80.77	ระดับสูงมาก
เข้าใจ	4	1.49	3.00	0.60	60.22	ระดับสูง
ปรับใช้	12	1.89	6.70	0.48	47.59	ระดับกลาง
วิเคราะห์	5	1.35	2.86	0.41	41.48	ระดับกลาง
ประเมินค่า	3	1.24	1.92	0.38	38.46	ระดับกลาง
สร้างสรรค์	6	0.41	2.76	0.42	42.03	ระดับกลาง
คะแนนรวม	**36**	**8.16**	**22.43**	**0.51**	**51.30**	**ระดับสูง**

จาก Table 2 แสดงให้เห็นว่า ระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 51.30 ซึ่งเป็นพัฒนาการระดับสูง เมื่อจำแนกพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่ผู้เรียนมีพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูงมาก คือ ด้านจำ ($\bar{X}$ = 3.50, S = 2.41) พฤติกรรมที่อยู่ในระดับสูง คือ ด้านเข้าใจ ($\bar{X}$ = 2.20, S = 1.07) พฤติกรรมที่อยู่ในระดับกลาง คือ ด้านปรับใช้ ($\bar{X}$ = 4.30, S = 3.40) ด้านวิเคราะห์ ($\bar{X}$ = 2.10, S = 1.07) ด้านประเมินผล ($\bar{X}$ = 1.60, S = 0.48) และด้านสร้างสรรค์ ($\bar{X}$ = 1.60, S = 1.66) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในภาพรวมจากการสะท้อนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรที่ 1 – 3 พบว่า วงจรที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง มีคะแนนผลสมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 75.68 อยู่ในอันดับที่ 1 รองลงมาวงจรที่ 2 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรเฉลี่ยอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 74.59 และวงจรที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรเฉลี่ยอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 71.35 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น ดัง Figure 1

Figure 1

Interest scores from the end-of-cycle test 1 - 3

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบท้ายวงจรที่ 1 - 3



2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ดังแสดงใน Table 3

Table 3

Evaluation of the creative capacity of the work received by the learning activity based on the concept of STEAM Education

ผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาของผู้เรียน

(n=37)

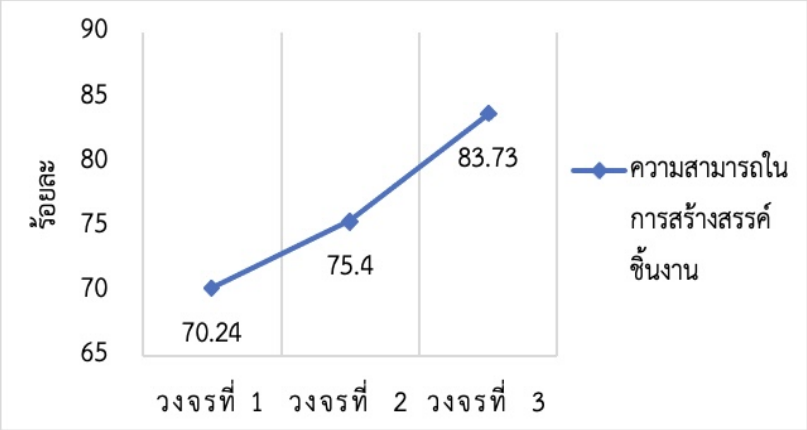
รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ระดับความสามารถ
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	S	
ส่วนที่ 1 ผลประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ของผู้เรียน					
1. ความเข้าใจในแนวคิดสำคัญ และรายละเอียดต่างๆ	4	2.71	67.86	0.45	ดี
2. การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4	3.14	78.57	0.50	ดี
3. การประชุม	4	3.19	79.76	0.33	ดี
4. การพัฒนา	4	2.86	71.43	0.47	ดี
5. ความชัดเจนของการนำเสนอ	4	3.24	80.95	0.53	ดีมาก
ส่วนที่ 2 ผลประเมินชิ้นงาน					
1. ความสมบูรณ์ชิ้นงาน	4	2.86	71.43	0.45	ดี
2. ความคิดสร้างสรรค์	4	3.14	78.57	0.56	ดี
3. ประโยชน์ของชิ้นงาน	4	3.00	75.00	0.47	ดี
4. การนำเสนอ	4	3.38	84.52	0.56	ดีมาก
คะแนนรวม	**36**	**3.06**	**76.46**	**0.48**	**ดี**

จาก Table 3 แสดงให้เห็นว่า ระดับคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 76.46 และเมื่อพิจารณาในภาพรวมจากการสะท้อนคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานท้ายวงจรที่ 1 – 3 พบว่า วงจรที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง มีคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานท้ายวงจรเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 83.73 อยู่ในอันดับที่ 1 รองลงมาวงจรที่ 2 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มีคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานท้ายวงจรเฉลี่ยอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 75.40 และวงจรที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง มีคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานท้ายวงจรเฉลี่ยอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 70.24 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่สูงขึ้น ดัง Figure 2

Figure 2

Creativity score of end-of-cycle students 1 - 3

คะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียนท้ายวงจรที่ 1 – 3



สรุปผลวิจัย

1. ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาส่งผลให้คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยเกิดขึ้นร้อยละ 51.30 เป็นพัฒนาการระดับสูง

2. ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาส่งผลให้ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานเกิดขึ้นร้อยละ 76.46 ซึ่งอยู่ระดับดี

การอภิปรายผล (Discussions)

จากการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา ส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เกิดขึ้นร้อยละ 51.30 อยู่ในระดับสูง เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาที่พัฒนาโดย Riley (2014) ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นสำรวจค้นหา (investigate) ผู้เรียนถูกกระตุ้นการคิดด้วยคำถามปลายเปิดและคำถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบค้นผ่านแหล่งความรู้ออนไลน์ 2) ขั้นค้นพบ (discovery) ผู้วิจัยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาแก่ผู้เรียน มีรูปกิจกรรมการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถาม ค้นหาคำตอบจากการทดลองโดยใช้

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญ ผู้เรียนจะได้ทำการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่จำเป็น 3) ขั้นเชื่อมโยง (Connect) ผู้เรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาทบทเรียนจากขั้นที่ค้นพบ เพื่อนำมาออกแบบ เสนอวิธีการและร่วมกันอภิปรายวิธีแก้ปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด 4) ขั้นสร้าง (Create) ผู้เรียนเมื่อมีการระบุและวิธีการแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะนำวิธีการแก้ปัญหามาสร้างชิ้นงาน โดยใช้ทักษะต่างๆ มาบูรณาการและการแก้ไขเมื่อมีข้อผิดพลาด 5) ขั้นสะท้อน (Reflect) ครูจะทำหน้าที่รับฟังและประเมินชิ้นงานจากการนำเสนอของผู้เรียน และให้คำชื่นชมเพื่อเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียน ผู้เรียนและครูจะร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากกิจกรรมอีกครั้ง ผ่านการตั้งคำถามและโจทย์ รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้กับเหตุการณ์รอบตัวและเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Yakman (2008) คิดค้นเพิ่ม Art เข้าในการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อให้ออกแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายเน้นการบูรณาการส่งเสริมผู้เรียนมีความสนใจที่จะคิดค้นหาคำตอบ ฝึกทักษะต่างๆ และเข้าใจการทำงานเป็นทีม และรู้จักการคิดอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้ พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการสัมพันธ์ด้านจำ อยู่ในระดับสูงมาก และด้านเข้าใจ อยู่ในระดับสูง ส่วนด้านปรับใช้ ด้านวิเคราะห์ ด้านประเมินผล และด้านสร้างสรรค์ อยู่ในระดับกลาง ตามลำดับ เพราะกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาที่ผู้วิจัยใช้นั้นเน้นย้ำใช้คำถามปลายเปิดและเน้นคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับเนื้อหาโดยตรง ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและและเข้าใจถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น จึงส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความจำ และความเข้าใจเพื่อที่จะนำความรู้มาบูรณาการร่วมกับศาสตร์อื่นๆ นำไปใช้แก้ปัญหากับสถานการณ์ที่กำหนด และสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นได้ แต่เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ยังค่อนข้างใหม่กับผู้เรียน ส่งผลให้ด้านอื่นๆ ยังไม่เกิดการพัฒนามากเท่าที่ควร แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละวงจร พบว่า เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมมีการวัดผลท้ายวงจรที่ 1 พบว่า ผู้เรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 71.35 สำหรับวงจรที่ 2 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เมื่อมีการปรับใช้สถานการณ์แสดงในรูปแบบสื่อวิดีทัศน์ เกมส์คำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ระหว่างการทำกิจกรรมแทรกคำถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์ และใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ยังบกพร่องในวงจรที่แล้ว เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมมีการวัดผลท้ายวงจร พบว่า ผู้เรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 74.59 ซึ่งสูงขึ้นเมื่อเทียบกับวงจรที่ 1 และวงจรที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้ง ปรับรูปแบบการถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์มากขึ้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน และการจัดกิจกรรมการทดลองที่เน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ค้นหา คำตอบด้วยตนเอง รวมถึงการนำเสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบเข้าช่วย ทำให้มีความความรู้ ความเข้าใจในกฎ หลักการเรื่อง การเคลื่อนที่แนวโค้งได้ดีขึ้น และร่วมอภิปรายความรู้และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ซึ่งผลการวิจัยเรื่องนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sriboon and Pongen (2019, pp. 526-534) และงานวิจัยของ Badriyah et al. (2020, pp. 88-100) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องงานวิจัย Choi et al. (2016, pp. 166-180) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมตามแนวคิด STEAM เรื่อง วัฏจักรชีวิตของไก่ กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

2. ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่แนวโค้ง ส่งผลให้เกิดความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานระดับกลุ่มคิดเป็นร้อยละ 76.46 เนื่องจากผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะตีมศึกษาที่พัฒนาโดย Riley (2014) ขั้นตอนที่สำคัญก่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน คือ ขั้นเชื่อมโยง (Connect) เป็นขั้นนำความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถานการณ์ และทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาใช้ในการออกแบบหรือคิดวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด และขั้นสร้าง (Create) เป็นขั้นออกแบบชิ้นงานหรือสร้างชิ้นงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงสอดคล้องกับสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Orapiriyakul (2019, pp. 1-16) ที่ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ STEAM Education เป็นการเรียนรู้ที่ใช้

คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ในการแก้ปัญหาและพัฒนาโครงสร้างในทางวิศวกรรมศาสตร์ นำศิลปะมาช่วยในการออกแบบและสร้างผลงาน และใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยเติมเต็มในการสร้างสรรค์และจัดการองค์ความรู้จนได้เป็นผลงานหรือนวัตกรรมใหม่ๆ ทำให้นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้จริง ดังแสดงให้เห็นในแต่ละวงจรปฏิบัติ พบว่า ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานในวงจรที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง บูรณาการผ่าน S (Science) คือ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน T (Technology) คือ การสืบค้นข้อมูล การเลือกใช้อุปกรณ์ E (Engineering) คือ การออกแบบให้รถเคลื่อนที่ได้ A (Arts) คือ การตกแต่งให้สวยงาม และ M (Mathematics) คือ การคำนวณความยาวพื้นที่ของวัสดุ ยังไม่เกิดการพัฒนาที่ชัดเจน แต่เมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติที่ 2 และ 3 ผู้เรียนสามารถแสดงให้เห็นศักยภาพในการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยวงจรที่ 2 บูรณาการผ่านชิ้นงาน Safety Bus บูรณาการผ่าน S (Science) คือ แรงและกฎการเคลื่อนที่ T (Technology) คือ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ และการคิดค้นวิธีการทำให้รถเคลื่อนที่ได้ปลอดภัย E (Engineering) คือ การออกแบบให้รถเคลื่อนที่ได้ปลอดภัย A (Arts) คือ การตกแต่งให้สวยงาม รูปร่างแปลกใหม่ ภาษาพูดและนำเสนออย่างสร้างสรรค์ และ M (Mathematics) คือ การคำนวณโมเดลรถ และวงจรที่ 3 บูรณาการผ่านการออกแบบ ถนนโค้ง บูรณาการผ่าน S (Science) คือ การเคลื่อนที่แนวโค้ง T (Technology) คือ การสืบค้นข้อมูลจากฐานแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ และการคิดค้นหลักการออกแบบถนนโค้ง และE (Engineering) คือ การออกแบบถนนโค้งให้รถเคลื่อนที่ได้ปลอดภัย A (Arts) คือ การสื่อภาษาด้วยภาพวาด การตกแต่งให้สวยงาม และนำเสนออย่างสร้างสรรค์ และ M (Mathematics) คือ การคำนวณความโค้งของถนน ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น และแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ดีขึ้น ซึ่งผลการวิจัยเรื่องนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jampong (2016) พบว่า ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านชุดฝึกทักษะสะตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ส่งผลให้ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินความสภาพจริงอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Santipaiboon (2018, pp. 68-75) พบว่า ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานอยู่ในระดับดีมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee and Lee (2016, pp. 476-488) พบว่า ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถใช้ทักษะการแก้ปัญหาระดับสูงได้ สามารถวางแผนการทำงานและสร้างสรรค์ชิ้นงานของตัวเองได้อยู่ในระดับดี ซึ่งสะท้อนผ่านการออกแบบชิ้นงานต่างๆ ของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การนำแนวคิดสะตีมศึกษามาใช้กับการสอนฟิสิกส์ ควรมีการใช้สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวหรือในชีวิตประจำวันที่ผู้เรียนคุ้นเคย และเตรียมสภาพแวดล้อม บรรยากาศ สถานที่ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เช่น ปัญหาในชั้นเรียน โรงเรียน ชุมชนใกล้เคียงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา คิดค้นวิธีการแก้ปัญหา ระบุวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานได้อย่างชัดเจนมากขึ้น และจะช่วยทำให้มีประสิทธิภาพในการเรียนมากที่สุด

1.2 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาที่พัฒนาโดย Riley 5 ขั้นตอน ซึ่งขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจค้นหา (investigate) เป็นขั้นแรกที่สำคัญที่สร้างความน่าสนใจ และท้าทายให้แก่ผู้เรียน โดยครูจะต้องคิดค้นคำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียน ให้เกิดความสนใจใครรู้ในการเรียนก่อนนำเข้าสู่ปัญหา ดังนั้นในขั้นนี้ผู้สอนควรมีการแทรกคำถามปลายเปิดที่เน้นการคิดวิเคราะห์ หรือการนำเสนอผ่านสื่อที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียน เช่น สื่อวิดีทัศน์ หรือแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ ฯลฯ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูง เนื่องจากในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยได้มีการแทรกใช้คำถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์ และใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเข้าร่วม ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาที่มีต่อทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skills) ด้วยการใช้คำถามขั้นสูง

2.2 จากผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของผู้เรียน พบว่า การประเมินด้านความสมบูรณ์ของชิ้นงานอยู่ในระดับดี แต่คะแนนยังไม่เห็นการพัฒนาที่ชัดเจนเมื่อเทียบกับด้านอื่นๆ เนื่องจากบางชิ้นงานยังขาดความสมบูรณ์และการนำไปใช้ได้จริง ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการประเมินประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเพิ่มเติม โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ในชีวิต เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และทำให้ผลงานวิจัยมีความเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

References

Badriyah, N. L., Anekawati, A., & Azizah, L. F. (2020). Application of PjBL with brain-based STEAM approach to improve learning achievement of students. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 88-100.

Choi, Y., Yang, J. H., & Hong, S. H. (2016). The effects of smart media based STEAM program of' Chicken Life Cycle'on academic achievement, Scientific process skills and affective domain of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(2), 166-180.

Jampong, M. (2016). *Development of training package for work creation through steam education approach on energy around us* (Master thesis). Pathum Thani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

Kanjanawasee, S. (2013). *Classical test theory* (7th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Khammani, T. (2005). *Teaching techniques: Knowledge for effective learning process*. Bangkok: Chulalongkorn University.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner* (3rd ed.). Geelong, Victoria: Deakin University Press.

Lee, H., Bae, T., & Lee, H. (2016). Development and application of the scientific inquiry-based STEAM Education program about earthquakes. *Journal of the Korean Earth Science Society,* 37(7), 476-488.

Ministry of Education. (2017). *The National Education Plan B.E. 2560-2579 (2017-2036).* Bangkok: Prigwhan Graphic.

Office of the National Education Commission. (2019). *Evaluation Guide for development of Learning Activities "Teach less, learn more".* Retrieved April 25, 2018, from https://www.opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/5(1).pdf

Orapiriyakul, S. (2019). STEAM Education: Innovative Education Integrated into Learning Management. *Journal of Research and Curriculum Development*, 9(1), 1-16.

Phengnoi, D., & Boonsom, N. (2021). *The Development of creative problem solving and science working creation abilities in fifth grade students by learning activities manage education base on the concept of STEAM Education* (Doctoral dissertation). Nakhon Pathom: Silpakorn University.

PISA Thailand. (2019). *Focus issue from PISA: Issue 48 (December 2019).* Retried December 1, 2022, from https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/

Radziwill, N. M., Benton, M. C., & Moellers, C. (2015). "From STEM to STEAM: Reframing What it Means to Learn". *The STEAM Journal,* 2(1), 3.

Riley, S. (2012). *Common core and arts integration assessment rubric*. Retrieved from https://educationcloset.com/2012/09/21/common-core-and-arts-integration-assessmentrubric/

Riley, S. M. (2014). *No permission required: Bringing STEAM to life in K-12 schools.* Westminster, Maryland: Visionyst Press.

Santipaiboon, J. (2018). Learner's Development Activities by STEAM and Productivity Based learning to Enhance the Process Skills and Creative Ability in Third Grade Students. *Journal of Education Studies*, 46(3), 69-85.

Sriboon, S., & Pongen, W. (2019). The Learning Outcomes of STEAM Education based on Problem Based Learning to Developing Mathematical Skills and Process for Seventh Grade Students. *Journal of Education Studies*, 47(1), 526-543.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2019). *Physics 1* (3rd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Wells, J., Henderson, R., Stewart, J., Stewart, G., Yang, J., & Traxler, A. (2019). Exploring the structure of misconceptions in the Force Concept Inventory with modified module analysis. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 020122.

Yakman, G. (2008). *STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education.* Retrieved April 24, 2018, from https://www.academia.edu/8113795/