

การพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี

เอกบดินทร์ เกตุขาว^{1*}

¹สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, กรุงเทพฯ

*ผู้รับผิดชอบบทความ: email eakbodin.g@chandra.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์ และประเมินผลความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 ของนักเรียน ประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรีที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 คนโดยได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง โดยผลการวิจัยพบว่าหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีประสิทธิภาพ 80.97/86.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนประถมศึกษา หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของพึงพอใจต่อการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนประถมศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.52 อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: สะเต็ม 3.0, วิทยาการหุ่นยนต์, การพัฒนาหลักสูตร

The Development Robotics Learning Curriculum Using STEM 3.0 for Elementary school students, Wat Kongkaram School, Lop Buri

Eakbodin Gedkhaw^{1*}

¹Department of Business Computer, Faculty of Management Science, Chandrakasem Rajabhat
University, Bangkok

*corresponding author: email eakbodin.g@chandra.ac.th

Abstract

The objectives of research are to develop a robotics learning curriculum using STEM 3.0 for elementary school students and find academic achievement before and after studying robotics learning courses and evaluate the satisfaction of the training of robotics learning courses using STEM 3.0 for early childhood student at Wat Kongkaram School, Lop Buri, which study in science subjects total 24 people. The sample group was chosen by the purposive sapling. The results shown that the robotics learning curriculum using STEM 3.0 for elementary school students has the efficiency is 80.97/86.45 which was higher than the 75/75 in criteria. The academic achievement of training the robotics learning course using STEM for elementary school students have a higher average score than before studying, there was statistical significance at the .05 level and the satisfaction of the training of robotics learning curriculum using STEM for elementary school students has mean (\bar{x}) is 4.52, which is at highest level.

Keywords: STEM 3.0, Robotics, Curriculum Development

1. บทนำ

วิทยาการหุ่นยนต์ เป็นศาสตร์ของการพัฒนาหุ่นยนต์ โดยเป็นการบูรณาการของศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบ การพัฒนาเพื่อการควบคุมและประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ ซึ่งหุ่นยนต์มีส่วนประกอบที่สำคัญเพื่อให้สามารถทำงานได้ ประกอบด้วย ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลที่เปรียบเสมือนสมองของหุ่นยนต์ ส่วนระบบไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ในการรับรู้และสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์กับสภาพแวดล้อม และสุดท้ายส่วนระบบเครื่องกลเพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้หุ่นยนต์สามารถปฏิบัติการหรือเคลื่อนไหวตามคำสั่งได้ ปัจจุบันวิทยาการหุ่นยนต์กำลังเติบโตอย่างรวดเร็วจากปัจจัยขับเคลื่อนทางเทคโนโลยีที่มีการเติบโตที่สูงในต้นศตวรรษที่ 21 ในด้านการศึกษามีการประยุกต์ใช้เครื่องมือหุ่นยนต์ในการช่วยสอนแบบสะเต็มศึกษา หรือ STEM (วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี, วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) (Tetsuo Hattori และคณะ, 2020: 879-882) มีการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูลในการเรียนการสอน การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อช่วย

วิเคราะห์ข้อมูล การใช้เซ็นเซอร์ เทคโนโลยี IoT และเทคโนโลยีอื่นๆ อีกมากมาย มากระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้
ประยุกต์ใช้ความรู้ แก้ปัญหา และทำงานร่วมกัน รวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพต่อไปในอนาคตด้วย

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มีการบูรณาการร่วมกันระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ วัตถุประสงค์เพื่อเน้นให้ผู้เรียนนำเอาธรรมชาติของแต่ละสาขาวิชานั้น มาใช้แก้ปัญหาจริงที่เกิดขึ้น
ในชีวิตประจำวัน โดยผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ อย่างเป็นระบบ โดยสะเต็มศึกษาสันับสนุนให้ผู้เรียนใช้ความรู้เชิงนามธรรม
ทำการสร้างสรรค์ออกแบบนวัตกรรมใหม่ๆ ช่วยฝึกผู้เรียนให้แก้ปัญหาในทางปฏิบัติโดยใช้วิธีแก้ปัญหาแบบสหสาขาวิชาชีพใน
สถานการณ์จริง ด้วยการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสมัยใหม่และวิธีการให้ความรู้ของสะเต็มศึกษามีวิวัฒนาการอย่าง
ต่อเนื่อง มีการใช้สะเต็มในการสอนทั้งในยุโรป อเมริกาและอีกหลายประเทศทั่วโลก (Natalia Ayuso และคณะ, 2021: 40-49)
ประเทศไทยมีการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา มีการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรเพิ่มเติมรายวิชาวิทยาการ
คำนวณเพื่อสร้างพื้นฐานทักษะทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา

การศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาในประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันพบว่ามีลักษณะการจัดการเรียนแบ่งเป็น 4 ยุค คือ
ยุคการศึกษา 1.0 เป็นยุคที่มีครูเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนต้องเรียนตามรูปแบบการสอนของครู โดยครูจะเป็นคนตัดสินใจเนื้อหาอะไรที่
เหมาะกับนักเรียน โดยที่ไม่ถามความคิดเห็นของผู้เรียนก่อน ครูจะเน้นเรื่องคะแนนที่เกิดจากแบบทดสอบวัดความรู้ โดยผ่านการ
ประเมินด้วยวิธีการต่างๆ ผู้เรียนจะเรียนรู้อย่างเฉื่อยชา ไม่กระตือรือร้น ฟังครูสอนอย่างเดียว ยุคการศึกษา 2.0 เป็นยุคที่มีการ
ปฏิสัมพันธ์ที่มากขึ้นระหว่างครูกับนักเรียน มีการจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับ
ความถนัด ใช้ครูผู้มีความเชี่ยวชาญ โดยครูคือผู้สนับสนุนและเป็นแหล่งเรียนรู้ของผู้เรียน ยุคการศึกษา 3.0 เป็นยุคการจัด
การศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่และสิ่งประดิษฐ์ใหม่โดยการใช้กระบวนการทางความคิดและให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน
การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เป็นการเรียนรู้มากกว่าการสอน ใช้เวลาในการบรรยายน้อยลง ให้
ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น และสุดท้ายยุคการศึกษา 4.0 เป็นยุคที่การจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนที่
เปลี่ยนไป มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นเครื่องกระตุ้นการเรียนรู้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์นวัตกรรมและการวิจัยด้วย
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มขีดความสามารถแข่งขันของประเทศ มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและคิดค้นหาความรู้
และคำตอบอยู่ตลอดเวลา นำไปสู่การผลิตนวัตกรรม มีการนำการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนแบบ
กระตือรือร้น (Active learning) มาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการ
พัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

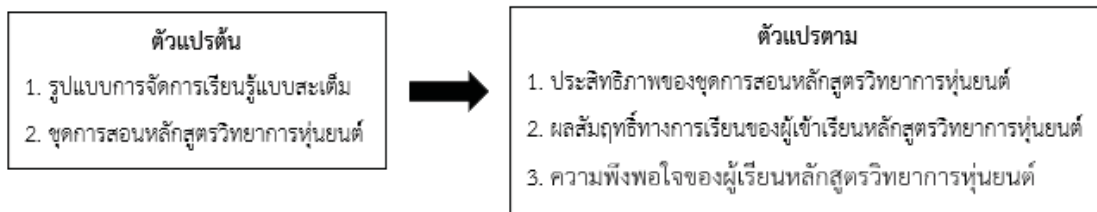
จากหลักการ แนวคิด เทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์และจากศึกษาปัญหาของโรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี ซึ่งเป็น
โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กประจำตำบลของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 ทำการเรียนการสอน
ตั้งแต่ชั้นอนุบาล 2 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นโรงเรียนที่ขาดโอกาสในการเรียนรู้เทคโนโลยีที่หลากหลาย ขาดโอกาสทาง
การศึกษาเพื่อกระตุ้นการฝึกทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมใหม่ ๆ เกิดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาไม่สามารถทัดเทียมกับ
โรงเรียนขนาดใหญ่ได้ ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดสร้างสรรค์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนา
หลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ภูมิศึกษา โรงเรียนวัดคงคา
ราม จังหวัดลพบุรี เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น การประกอบหุ่นยนต์ การบังคับควบคุม
หุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ตลอดจนการพัฒนาให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล
มีระบบ มีระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ทำให้สามารถวางแผน ตัดสินใจและ

แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ส่งเสริมการเรียนรู้จริง รู้จักการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อันจะนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญต่อการเตรียมความพร้อมของการดำรงชีวิตในสังคมโลกอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี
2. เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี
3. เพื่อประเมินผลความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 ของนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี

3. กรอบแนวคิดของการวิจัย

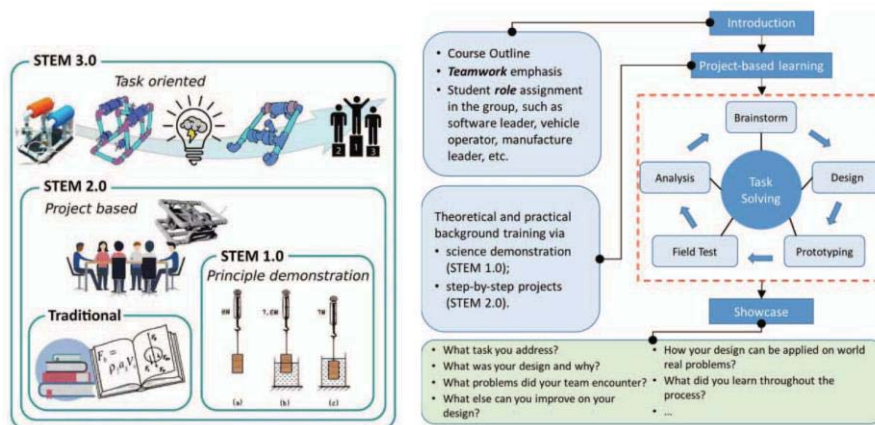


ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

4. ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 3.0 (STEM Education 3.0)

การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 3.0 หรือ STEM 3.0 เป็นแนวคิดในการสอนสำหรับนักเรียน โดยพัฒนาการมาจาก STEM 1.0 ซึ่งเป็นการศึกษาจากการสาธิตในวิชาวิทยาศาสตร์จากอุปกรณ์ที่สามารถโต้ตอบและ STEM 2.0 เป็นการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติผ่านขั้นตอนที่กำหนดไว้ ส่วน STEM 3.0 เป็นการเก็บและบูรณาการองค์ประกอบต่างๆ มีการกำหนดปัญหาหรืองานที่เกิดขึ้นในโลกจริงมาจำลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นั้น สามารถแสดงแนวคิดของการสอนและเรียนรู้แบบ STEM 3.0 ได้ดังภาพที่ 2 (Ang Li และคณะ, 2563: 133-138)



ภาพที่ 2 แนวคิดของการสอนและเรียนรู้แบบ STEM 3.0

ขั้นตอนการเรียนรู้ของ STEM 3.0 โดยมีส่วนประกอบด้วยกัน 4 ขั้นตอนสำคัญ คือ ที่มาและความสำคัญ (Introduction) การเรียนรู้จากปัญหา (Project-based Learning) การแก้ไขปัญหา (Task Solving) และการแสดงผลงาน (Showcase) (Ang Li และคณะ, 2020: 133-138) สามารถอธิบายกระบวนการของ STEM 3.0 ดังนี้

1. Introduction เป็นขั้นตอนในการนำผู้เรียนเข้าสู่ห้องเรียนโดยการกำหนดปัญหาหรืองานต่างๆ และสร้างทีมที่มีความสมดุล ซึ่งเป็นการกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนในทีมให้ชัดเจน ซึ่งสิ่งนี้ทำให้สมาชิกในทีมแต่ละคนมีส่วนรับผิดชอบของกระบวนการแก้ไขงาน สร้างความตื่นตัวให้กับนักเรียนและเพิ่มการมีส่วนร่วม

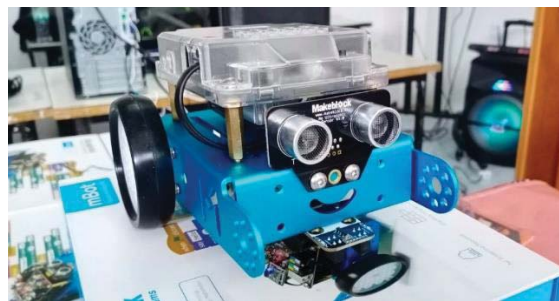
2. Project-based Learning ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนในโครงการได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยนักเรียนให้รวบรวมทฤษฎีที่จำเป็น และวิธีการในการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมาเพื่อเป็นข้อมูลช่วยนักเรียน ขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนเนื่องจากไม่คุ้นเคยกับการเรียนการสอนเช่นนี้

3. Task Solving (กรอบเส้นประสีแดง) เน้นไปที่การทดลองแบบซ้ำไปซ้ำมา จากการระดมความคิด การออกแบบ การสร้างต้นแบบ การทดสอบภาคสนามและการวิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อแก้ไขปัญหาที่จำลองจากปัญหาในโลกแห่งความจริง ซึ่งนักเรียนจะต้องทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และต้องอัปเดตต้นแบบที่พวกเขาสร้างเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

4. Showcase เป็นขั้นให้นักเรียนสาธิตถึงวิธีการแก้ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด ให้ผู้เรียนได้ทบทวนกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มของพวกเขา สรุปความล้มเหลวและความสำเร็จเพื่อใช้ในการแก้ไขในอนาคต

4.2 วิทยาการหุ่นยนต์

วิทยาการหุ่นยนต์ เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์ การควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน ซึ่งในปัจจุบันมีหลายโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเขียนคำสั่งควบคุมหุ่นยนต์ได้ง่ายขึ้น การเขียนโปรแกรมมักเป็นแบบออฟไลน์ เป็นการจำลองสภาพแวดล้อมภายนอกในคอมพิวเตอร์และทดลองใช้คำสั่งต่างๆ เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (Ahmad Khanlari และคณะ, 2013: 62-66) ก่อนทำการอัปโหลดในหุ่นยนต์เพื่อนำไปใช้งานจริง มีการผลิตชุดอุปกรณ์ (Tool Kit) สำหรับการสร้างหุ่นยนต์พร้อมโปรแกรมคำสั่งควบคุม เพื่อช่วยให้ผู้ที่สนใจสามารถสร้างและควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้ เช่น Makeblock เป็นชุดหุ่นยนต์ที่ทำชุดอุปกรณ์ประกอบหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้ที่ชื่อว่า mBot โดยสามารถควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้โดยใช้ภาษา Scratch 2.0 สำหรับการพัฒนา และสามารถแปลงโค้ดเป็นซอร์สโค้ด Arduino เพื่อพัฒนาต่อไปได้ และตัว IDE ซึ่งจะพัฒนาเป็นโอเพนซอร์สในอนาคต ตัวบอร์ดพัฒนาต่อมาจาก Arduino ให้มีเซ็นเซอร์พื้นฐานและชุดขับเคลื่อนในตัวสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หุ่นยนต์ mBot เพื่อการเรียนรู้แบบ STEM 3.0

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กมลลักษณ์ สุวรรณวงศ์ และคณะ (2563) ได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และเปรียบเทียบพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน

และหลังเรียน โดยใช้เครื่องมือคือแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 10 แผน แบบทดสอบกระบวนการแก้ปัญหาแบบอัตโนมัติก่อน-หลังเรียน ใช้ค่าสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ที่ 81.40/86.55 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชฎาลักษณ์ จิตรราช และปริญ ทนันทชัยบุตร (2563) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในวิชาชีววิทยา ซึ่งในการวิจัยมีเครื่อง 3 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล และเครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 78.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คะแนนความคิดสร้างสรรค์คิดเป็นร้อยละ 85.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

Yuen และคณะ (2021) เสนอหุ่นยนต์ต่อสู้อย่างแยกส่วนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยควบคุมผ่านทางแอปพลิเคชันบนมือถือและเทคโนโลยีบลูทูธ ซึ่งนักศึกษาสามารถออกแบบการต่อสู้ให้กับหุ่นยนต์ได้หลากหลายแบบ และนำเสนอโปรโตคอลที่ควบคุมการสื่อสารรูปแบบใหม่ที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์โดยลดข้อมูลการสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์และแอปพลิเคชันเพื่อเพิ่มความเร็วในการควบคุม

Zhenhua และคณะ (2021) ได้ออกแบบโมเดลแบบบูรณาการระหว่างวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใช้เทคโนโลยีที่นำสมัยตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยโมเดลประกอบไปด้วย 4 ส่วนคือ ความร่วมมือแบบบูรณาการ โครงการในภาคปฏิบัติ การจำลองในสถานการณ์จริง และเทคโนโลยีนำสมัย แบบจำลองได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในโครงการด้านวิศวกรรมในโลกแห่งความจริง และได้รับประสบการณ์ผ่านกิจกรรม การดำเนินการออกแบบการประดิษฐ์และการทดสอบในห้องปฏิบัติการ การสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ตัวอย่างการทดสอบ ทำการทดลองในสถานที่จริง และการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล ผลการทดลองพบว่าจากค่าสถิติเชิงพรรณนาและข้อมูลเชิงคุณภาพ แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยพัฒนาทักษะด้านวิศวกรรม การสอบถามข้อมูล และการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ และช่วยกระตุ้นความสนใจผู้เรียนให้รู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของการทำโครงการ

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนรวมทั้งสิ้น 36 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 - 6 โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 24 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามสภาพจริง

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

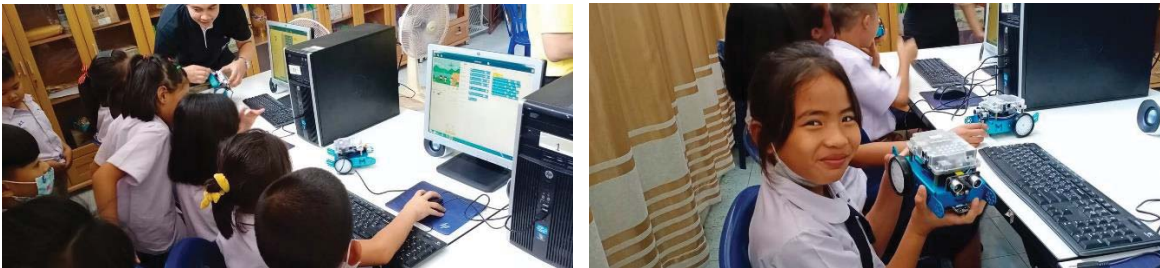
สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ หลักสูตรการฝึกอบรมและแผนการสอนวิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับชั้นประถมวัย คู่มือการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์ สื่อนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ โปรแกรม mBlock หุ่นยนต์ mBot

กิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบประเมินเครื่องมือวิจัยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. พัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี จัดแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับเด็กประถมศึกษา โดยทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำหลักสูตรการฝึกอบรม แผนการจัดการเรียนรู้ การออกแบบการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และวิทยาการหุ่นยนต์ วิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรมวิทยาการหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา ประถมศึกษา วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และหน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบสร้างเครื่องมือวิจัย ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้วิจัย และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. ดำเนินการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี โดยทำการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Posttest) ให้กับนักเรียน จำนวน 24 คน แสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์

3. ติดตามผลการนำนวัตกรรมหุ่นยนต์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนประถมศึกษามาจัดการแข่งขันแบบทีม โดยการกำหนดโจทย์การเรียนรู้ในขั้นตอน Introduction และขั้นตอน Project-based Learning เพื่อการระดมความคิด สร้างต้นแบบ โดยทำการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่อัตโนมัติตามที่โจทย์กำหนดในขั้นตอน Task Solving และขั้นตอน Showcase ให้นักเรียนสาธิตวิธีการแก้ปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุด แสดงได้ดังรูปที่ 5



ภาพที่ 5 การเคลื่อนที่อัตโนมัติของหุ่นยนต์

4. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลตามหลักสถิติและวิเคราะห์ผลแบบพรรณนา

5. เก็บข้อมูลความพึงพอใจและความเห็นที่เป็นประโยชน์หลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา

5.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ทางสถิติของแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตรการหาค่า E1 และ E2 แบบสอบถามความพึงพอใจ ด้วยโปรแกรม SPSS
2. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนของนักเรียน วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน และสุดท้ายวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน นำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี ผู้วิจัยนำ เสนอผลการวิจัยโดยแบ่งการนำเสนอเป็น 3 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตารางที่ 1 ผลการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	24	30	24.29	1.922	80.97
หลังเรียน	24	20	17.29	1.160	86.45

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 80.97 และคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 86.45 หลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี มีประสิทธิภาพ 80.97/86.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์

การทดสอบ	N	\bar{x}	S.D.	T	Sig.
ก่อนเรียน	24	7.00	1.624	21.806	.000*
หลังเรียน	24	17.29	1.106		

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการประเมินผลความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้อัตนศึกษาตามเกณฑ์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 ของนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี

ตารางที่ 3 ผลการประเมินผลความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์

รายการประเมิน	Mean	S.D.	ความหมาย
1. หลักสูตรการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์	4.50	.51	มาก
2. รูปแบบการเรียนการสอน	4.58	.50	มากที่สุด
3. สื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	4.51	.51	มากที่สุด
4. กิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	4.60	.49	มากที่สุด
5. การวัดผลและการประเมินผล	4.42	.61	มาก
รวม	4.52	.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่าผลความพึงพอใจจากการทำแบบทดสอบการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี มีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 4.52 ที่ค่าระดับมากที่สุด

7. สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี โดยใช้หลักสูตรการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์และรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามแนวทางสะเต็ม 3.0 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าหลักสูตรการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนประถมศึกษา มีประสิทธิภาพ 80.97/86.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนประถมศึกษา หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของพึงพอใจต่อการฝึกอบรมหลักสูตรการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนประถมศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.52 อยู่ในระดับมากที่สุด

8. ข้อเสนอแนะ

1. การฝึกอบรมการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 3.0 สำหรับนักเรียนประถมศึกษา โรงเรียนวัดคงคาราม จังหวัดลพบุรี เพื่อใช้การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3.0 ควรมีระยะเวลาอย่างน้อย 3-7 วัน ในการดำเนินกิจกรรมให้บรรลุวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ควรจัดเป็นการออกค่ายการเรียนรู้จะเหมาะสมที่สุด

2. ชุดฝึกการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์ อุปกรณ์บางอย่างเกินไปและมีอาการรวนเมื่อป้อนคำสั่งมากเกินไปหรือบ่อยครั้งเกินไป หากมีการพัฒนาให้ทันตามเหมาะสมกับเด็กประถมวัยและประสิทธิภาพที่ดีขึ้นจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้อัตนวิธานการหุ่นยนต์ของเด็กนักเรียนชั้นประถมวัยได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการของรัฐบาลที่มุ่งเน้นอนาคตของชาติเพื่อพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง (References)

- กมลลักษณ์ สุวรรณวงศ์ และคณะ. (2563). การส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยโครงงาน สะเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยปุมธานี. วารสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา. ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 หน้า 1-11.
- ชฎาลักษณ์ จิตรราช และปรีณ ทนันทชัยบุตร. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมวิชาการเสนองานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21.
- A. Khanlari. (2013). Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward STEM. 2013 IEEE 5th Conference on Engineering Education (ICEED), pp. 62-66.
- A. Li et al. (2020). STEM 3.0 for Chinese Students with Sea Perch Underwater Robots: An Experimental Summer Camp for Hands-on Thinkers in Shanghai. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 133-138
- M.-C. Yuen, K. K. Chan and K. S. Li. (2021). Mobile App Controlled Modular Combat Robot for STEM Education. 2021 International Conference on COMMunication Systems & NETworkS (COMSNETS), pp. 64-68, doi: 10.1109/COMSNETS51098.2021.9352927.
- N. Ayuso et al. (2021). Gender Gap in STEM: A Cross-Sectional Study of Primary School Students' Self-Perception and Test Anxiety in Mathematics, IEEE Transactions on Education, 64(1), pp. 40-49.
- T. Hattori, R. Masuda, Y. Moritoh, Y. Imai, Y. Kawakami and T. Tanaka. (2020). Utilization of Both Free 3DCG Software “Blender” and 3D Printing for Early STEM Education. IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), pp. 879-882
- Z. Huang, E. Kougianos, X. Ge, S. Wang, P. D. Chen and L. Cai. (2021). A Systematic Interdisciplinary Engineering and Technology Model Using Cutting-Edge Technologies for STEM Education. in IEEE Transactions on Education, doi: 10.1109/TE.2021.3062153.