

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The Development of Web Applications Supporting Project-Based Learning to Enhance
Computational Thinking in Computing Science Subject of Grade 9th Students.

รุจิรา เสารยะสกุล^{*1} ศุภโชค สอนศิลปพงศ์²

Rujira Saorayasakun^{*1} Suphachoke Sonsilpong²

rujira.sao@gmail.com^{*}

ส่งบทความ 25 พฤษภาคม 2564 แก้ไข 6 มิถุนายน 2564 ตอรับ 8 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 3) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้การทดลองชั้นต้นที่มุ่งเน้นส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณกับกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโนนพินเรือบะยาววิทยา อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 3) แบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 4) แบบวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ, ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้, ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ, ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ, และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนเนื้อหาบทเรียน (Content) 2) ส่วนแสดงผลการตอบกลับ (Feedback) 3) ส่วนพัฒนาโครงงาน (Blockly)

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹ Student in Master degree in Science and Technology Education, Faculty of Education, Khon Kaen University.

² Lecturer in Computer Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

2. นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ร้อยละ 82.81 ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.94) อยู่ในระดับดี
3. เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.00 และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.25 ดังนั้น เว็บแอปพลิเคชันจึงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.00/81.25

คำสำคัญ : การคิดเชิงคำนวณ, วิทยาการคำนวณ, เว็บแอปพลิเคชัน, โครงงานเป็นฐาน

Abstract

The objectives of this research were as follows: 1) to develop of web applications supporting project-based learning to enhance computational thinking in computing science subject of grade 9TH students, the efficiency was 80/80. 2) to study the computational thinking of students who using web applications supporting project-based learning to enhance computational thinking in computing science subject of grade 9TH students. 3) to study efficiency of web applications supporting project-based learning to enhance computational thinking in computing science subject of grade 9TH students. This research was an experimental research using pre-experimental design which focuses on computational thinking with only one experimental group. The experimental were grade 9TH students who study at Nonfunruabayaowittaya, Nong Rua, Khon Kaen. The research instruments were included: 1) web applications supporting project-based learning to enhance computational thinking in computing science subject of grade 9TH students. 2) the learning management plan by using web applications 3) Post-test by using web applications. 4) A measure of computational thinking. The statistics used in the research were included: percentage, mean, standard deviation, the efficiency of the learning management plan, the test difficulty, the test discrimination power, and the test confidence.

The result as follows:

- 1) The web applications supporting project-based learning to enhance computational thinking in computing science subject of grade 9TH students had three key components were 1) Content 2) Feedback 3) Blockly.
- 2) The students had an 82.81 percentage computational thinking score $\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.94) as good level
- 3) The web applications supporting project-based learning to enhance computational thinking in computing science subject of grade 9TH students had a process efficiency (E_1) of 84.00 and a result efficiency (E_2) of 81.25, so the web application efficiency (E_1/E_2) is 84.00/81.25

Keywords: Computational Thinking, Computer Science, Web Applications, Project-Based

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นกลุ่มสาระที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้ความรู้ความสามารถ ทักษะกระบวนการและเครื่องมือทางภูมิศาสตร์เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวอย่างเข้าใจสภาพที่เป็นอยู่ และการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การจัดการและปรับใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพอย่างสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวัน และการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่ง

การเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยี่ที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การจัดการเรียนการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน คือ การจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงงานที่ตนสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ แล้วจึงเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดค้น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานเป็นกิจกรรมที่มีบริบทจริงเชื่อมโยงอยู่ ดังนั้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงสัมพันธ์กับความจริง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง จึงเป็นการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าสู่กระบวนการสืบสอบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น ดังนั้นจึงเป็นช่องทางที่ดีในการพัฒนากระบวนการทางสติปัญญาของผู้เรียน นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนได้ผลิตผลงานที่เป็นรูปธรรมออกมา ผลผลิตที่แสดงออกถึงความรู้ความคิดของผู้เรียนนั้นสามารถนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนและวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งผลการวิจัยทางด้านสติปัญญาและการเรียนรู้ได้ชี้ชัดว่า การเรียนรู้จะพัฒนาขึ้นหากความรู้และทักษะต่าง ๆ สามารถแสดงออกให้เห็นได้อย่างชัดเจน และการแสดงผลงานต่อสาธารณชนสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่ผู้เรียนได้ ซึ่งแรงจูงใจจะมีผลต่อความใส่ใจ ความกระตือรือร้น และความอดทน ในการแสวงหาความรู้ การศึกษาความรู้ และการใช้ความรู้ การให้ผู้เรียนได้ทำโครงการหรือโครงงาน นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการในการสืบสอบและการแก้ปัญหาแล้วยังสามารถช่วยดึงศักยภาพต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียนออกมาใช้ประโยชน์ด้วย ทั้งนี้เทคโนโลยีต่าง ๆ

โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ เป็นแหล่งทรัพยากรสารสนเทศที่กว้างขวางมาก บุคคลทั่วทุกมุมโลกสามารถเข้าถึงข้อมูลและใช้ประโยชน์จากข้อมูลได้ การให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ของตนเองโดยการสืบค้นข้อมูลความรู้จากเครือข่ายต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง ด้วยค่าใช้จ่ายที่ถูก ผู้เรียนสามารถดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยเครือข่ายเวปไซต์ ไซด์ เวป เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และอื่น ๆ ได้ (ทิศนา แหมมณี, 2559) โดยเฉพาะเว็บแอปพลิเคชัน ที่เป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นหน้าต่างสำหรับการใช้งานเว็บเพจต่าง ๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผล สามารถเข้าถึงได้ทั้งจากคอมพิวเตอร์และสมาร์ตโฟน ทุกที่ทุกเวลาโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรม อีกทั้งยังสามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตในความรวดเร็วต่ำได้ และยังสามารถเข้าใช้งานพร้อมกันได้หลายคน รวมไปถึงสามารถทำงานร่วมกันโดยใช้ฐานข้อมูลเดียวกันได้อีกด้วย

การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) เป็นวิธีคิดและแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ สามารถใช้จินตนาการมองปัญหาด้วยความคิดเชิงนามธรรม ซึ่งจะทำให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและมีลำดับวิธีคิด โดยวิธีคิดแบบวิทยาการคำนวณนี้ ไม่ใช่เพียงแค่การเขียนโปรแกรม เพราะภาษาโปรแกรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่จุดประสงค์ที่สำคัญกว่าคือการสอนให้เด็กคิดและเชื่อมโยงปัญหาต่าง ๆ เป็นจนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ (ยีน ภู่วรรณ, 2561) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนผ่นตัวจากการเป็นเพียงผู้ใช้เครื่องมือ มาเป็นผู้สร้างเครื่องมือสามารถนำกระบวนการคิดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสาขาวิชาอื่นได้ การเขียนโปรแกรมเป็นเครื่องมือสำคัญในการปลูกฝังทักษะพื้นฐาน เช่น การคิดอย่างเป็นระบบ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ และการตรวจหาข้อผิดพลาด นำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย การจับแบบรูป การกำหนดสาระสำคัญ และการออกแบบอัลกอริทึม (ผนวกเดช สุวรรณทัต, 2561) การคิดเชิงคำนวณ เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่มีหลากหลายลักษณะ ไม่ใช่แค่เพียงการคิดคำนวณเท่านั้น แต่จะต้อง

อาศัยทักษะในการจัดลำดับทางตรรกศาสตร์ ทักษะการจัดจํารูปแบบ ทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล และทักษะการแยกย่อยปัญหา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหาที่ละขั้นทีละตอนอย่างเป็นลำดับขั้น หรือออกแบบอัลกอริทึมได้ ตลอดจนสามารถเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นอีกด้วย

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์นั้นมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนที่ได้เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (พรศิริ สังข์ทอง, 2561) อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนมีทักษะที่ต้องการส่งเสริมอยู่ในระดับที่สูงขึ้น ตลอดจนมีผลการประเมินโครงงานอยู่ในระดับดีมาก (ชนันท์ธิดา ประพินและคณะ, 2562) การคิดเชิงคำนวณเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์และความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนาทักษะนี้ได้จากการลงมือพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน การเขียนโปรแกรมโดยไม่ยึดติดกับคำสั่งที่เป็นภาษาอังกฤษ แต่จะใช้บล็อกคำสั่งที่เป็นภาพหรือไอคอนสัญลักษณ์แทนศัพท์คำสั่ง ทำให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่าย สามารถออกแบบวางแผนแก้ปัญหา และทดสอบขั้นตอนวิธีที่ตนออกแบบไว้โดยไม่ติดขัดกับความผิดพลาดของโครงสร้างคำสั่งการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โปรแกรมบนอุปกรณ์โมบาย เช่น โทรศัพท์มือถือ จะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเชื่อมโยงและสัมพันธ์กับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการการเรียนรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ เข้ากับการใช้งานในชีวิตประจำวัน (ชยการ ศิริรัตน์, 2562) จากการสังเกตในชั้นเรียนของผู้วิจัย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนบางส่วนไม่มีส่วนร่วมในการทำงาน กล่าวคือ นักเรียนไม่ยอมทำงานช่วยเพื่อน เพราะนักเรียนไม่สนใจในผลงานหรือผลของคะแนนที่ได้ และเนื่องจากนักเรียนไม่มีจุดมุ่งหมายในการทำงานร่วมกัน นักเรียนบางคนต้องการให้ผลงานออกมาดี แต่บางคนไม่สนใจว่าผลงานจะออกมาเป็นอย่างไร และไม่สนใจว่าผลงานจะสำเร็จหรือไม่ ทำให้ไม่มีการวางแผนในการทำงานร่วมกัน ตลอดจนทำให้ไม่มีการทำงานที่จะส่งเสริมซึ่งกันและกัน เพื่อให้งานเกิดผลสำเร็จ ส่งผลให้งานที่ออกมาไม่สำเร็จตามวัตถุประสงค์ และทำให้นักเรียนขาดทักษะ

ในการเป็นทีม อันเป็นทักษะจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ และการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 อีกทั้งยังขาดทักษะ ในการคิดอย่างเป็นระบบ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ และ การตรวจหาข้อผิดพลาด ที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะ การคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่นักเรียน ขาดทักษะในการทำงานร่วมกัน ประกอบกับได้เล็ง เห็นถึงความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ ดังที่หลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการคิด เชิงคำนวณ ตลอดจนศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อเป็น ประโยชน์ในการนำมาจัดการเรียนการสอน และเพื่อ ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานวิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโนนพินเรือบะยาววิทยา อำเภอนองเรือ จังหวัดขอนแก่น

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเว็บแอปพลิเคชัน จำนวน 5 คน

กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน

กลุ่มที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือประเมินผล จำนวน 5 คน

กลุ่มนักเรียน ได้แก่

กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโนนพินเรือบะยาววิทยานจำนวน 8 คน จาก 1 ห้องเรียน ที่เรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

2. ตัวแปรที่ศึกษา

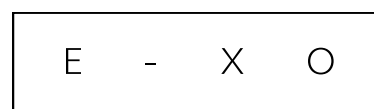
ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตัวแปรตาม ได้แก่ การคิดเชิงคำนวณและประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชัน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เรื่องเว็บแอปพลิเคชันและเทคโนโลยี IoT

3. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยใช้การทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) แบบ One Shot Case Study ที่มุ่งเน้นส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณกับกลุ่มเป้าหมายเพียงกลุ่มเดียว ดำเนินการทดสอบการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน หลังจากผู้เรียนได้รับการเรียนรู้แล้ว



E หมายถึง กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

O หมายถึง การคิดเชิงคำนวณ

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามแนวทฤษฎี หลักการ การพัฒนาเว็บ แอปพลิเคชัน และการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และได้ดำเนินการ สร้างเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยศึกษาวงจรการพัฒนา ระบบและดำเนินการตามขั้นตอนของวงจรพัฒนาระบบ SDLC โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของเว็บ แอปพลิเคชันก่อนนำไปใช้จริง ดังนี้

1) ขั้นตอนการกำหนดปัญหา จากการสังเกตในชั้นเรียนของผู้วิจัย พบว่าผู้เรียนขาดความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ และการตรวจหาข้อผิดพลาด ที่จะนำไปสู่การพัฒนา ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ และผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่นักเรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกัน ประกอบกับได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ ดังที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้ระบุไว้ให้รายวิชาวิทยาการ คำนวณอยู่ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ประกอบกับเล็งเห็นถึงความสำคัญของหลักการของหลักสูตรแกนกลางการ ศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ระบุไว้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการสำคัญ คือ เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้ และเป็นหลักสูตร การศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ตลอดจนได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของพระราช บัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 จึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง และจัดทำเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิด เชิงคำนวณ

2) ขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค โดยการตรวจสอบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายที่จะใช้ในการทดลองว่ามีความเหมาะสม เพียงพอ

3) ขั้นการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมเอกสาร และสังเกตการณ์บนสภาพแวดล้อม การทำงานจริง แล้วจึงนำความต้องการมาวิเคราะห์ กำหนดความต้องการของระบบด้วยแบบจำลองกระบวนการ (Data Flow Diagram) และแบบจำลองข้อมูล (Data Model)

4) ขั้นการออกแบบ เป็นขั้นตอนที่นำแบบจำลองเชิงตรรกะมาพัฒนาเป็นแบบจำลอง เชิงกายภาพประกอบด้วยงานออกแบบผังงานระบบ การออกแบบหน้าจอ การออกแบบฐานข้อมูล และการ ออกแบบโปรแกรม โดยออกแบบให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้และการจัดเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้รวมกับการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	การคิดเชิงคำนวณที่ส่งเสริม
องค์ประกอบของเทคโนโลยี IoT และตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับ เทคโนโลยี IoT	การแยกย่อย (Decomposition) - ผู้เรียนได้พิจารณาแบ่งประเภทองค์ประกอบของอุปกรณ์เทคโนโลยี IoT
ข้อดี-ข้อเสียของเทคโนโลยี IoT และตัวอย่างการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้งาน	การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) - ผู้เรียนได้พิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา รวมไปถึงพิจารณาแนวโน้มและลักษณะทั่วไปของปัญหาหรือข้อมูล

ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	การคิดเชิงคำนวณที่ส่งเสริม
ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน	การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) - ผู้เรียนได้พิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ
ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน	การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design) - ผู้เรียนได้ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานโดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้
การพัฒนาและทดสอบแอปพลิเคชัน	การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design) - ผู้เรียนได้ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานโดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้				
	องค์ประกอบของเทคโนโลยี IoT และตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับเทคโนโลยี IoT	ข้อดี-ข้อเสียของเทคโนโลยี IoT และตัวอย่างการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้งาน	ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน	ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน	การพัฒนาและทดสอบแอปพลิเคชัน
ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน					
ขั้นกระตุ้นความสนใจ					
ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ					
ขั้นแสวงหาความรู้					
ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้					
ขั้นนำเสนอผลงาน					

5) ขั้นตอนการพัฒนาและการทดสอบ ดำเนินการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ และดำเนินการทดสอบระบบก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง โดยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ประกอบไปด้วย 1) ส่วนเนื้อหาบทเรียน (Content) คือ ส่วนเนื้อหาบทเรียน ประกอบไปด้วยเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละหัวข้อ 2) ส่วนแสดงผลการตอบกลับ (Feedback) คือ ส่วนที่ใช้ในการโต้ตอบระหว่างครูและนักเรียน เช่น การถามตอบ การแสดงความคิดเห็น การทำแบบฝึกหัด เป็นต้น 3) ส่วนพัฒนาโครงงาน (Blockly) คือ ส่วนปฏิบัติโครงงาน ซึ่งเป็นส่วนของการเขียนโปรแกรมโดยการลากบล็อกคำสั่ง ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้ Blockly และอัปโหลดคำสั่งให้กับอุปกรณ์ IoT ได้ เมื่อดำเนินการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแล้ว จึงทำการทดสอบข้อมูลเบื้องต้น ตรวจสอบการทำงานของระบบ ตรวจสอบไวยากรณ์ของภาษาเขียน และตรวจสอบระบบว่าตรงกับความต้องการหรือไม่ หากพบข้อผิดพลาดก็ปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องก่อนนำไปใช้จริง

6) ขั้นตอนการนำระบบไปใช้ เป็นการนำเว็บแอปพลิเคชันที่ได้รับการทดสอบและประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญไปใช้งานจริง

7) ขั้นตอนการบำรุงรักษา หลังจากเว็บแอปพลิเคชันได้ถูกนำไปใช้งาน อาจมีข้อบกพร่องของระบบเกิดขึ้นได้ ซึ่งจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง นอกจากนี้งานบำรุงรักษายังรวมไปถึงการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมในกรณีที่มีความต้องการเพิ่มขึ้นด้วย

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง กำหนดตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แอปพลิเคชันและเทคโนโลยี IoT ที่มีการเรียนรู้โดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 10 ชั่วโมง ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง องค์ประกอบของเทคโนโลยี IoT และตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับเทคโนโลยี IoT 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ข้อดี-ข้อเสียของเทคโนโลยี IoT และตัวอย่างการนำ

เทคโนโลยี IoT มาใช้งาน 3) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน 4) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน 5) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนาและทดสอบแอปพลิเคชัน และนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาและความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและวัตถุประสงค์

3. แบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยจัดทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องแอปพลิเคชันและเทคโนโลยี IoT จำนวน 20 ข้อ และนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์แล้วไปทดลองใช้เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก กับกลุ่มนักเรียนที่ได้เรียนเรื่องแอปพลิเคชันและเทคโนโลยี IoT ไปก่อนหน้านี้ เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และนำแบบทดสอบไปทดลองใช้จริงต่อไป

4. แบบวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยกำหนดประเด็นหลักหรือพฤติกรรมหลักที่จะวัดโดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่าที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน 3 ระดับ โดยกำหนดจำนวนข้อของแบบวัด จำนวน 4 ข้อ ประกอบด้วยประเด็นหลัก ได้แก่ 1) การแยกย่อย 2) การจัดจํารูปแบบ 3) การคิดเชิงนามธรรม 4) การออกแบบขั้นตอนวิธี และสร้างหลักเกณฑ์การให้คะแนนตามจุดมุ่งหมาย (โชติกา สงครามและคณะ, 2563) หลังจากนั้นได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ค่าความเที่ยงตรงและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโนนพันเรือบะยาววิทยา จำนวน 8 คน จาก 1 ห้องเรียน ที่เรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณตามขั้นตอนดังนี้

1) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้

แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ.

2) ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

3) ผู้วิจัยประเมินผลการทำของของผู้เรียนลงในแบบวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้จัดกระทำกับแบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

1) จัดเรียงและรวบรวมคะแนนจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และ

แบบวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

2) นำข้อมูลมาจัดระบบลงในคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ จากคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและหลังเรียน และวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตัดสินคุณภาพ โดยยึดหลักค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้ คือ ตั้งแต่ 3.50 ถึง 5.00 (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนได้แก่ 1) ส่วนเนื้อหาบทเรียน (Content) คือ ส่วนเนื้อหาบทเรียน ประกอบไปด้วยเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละหัวข้อ 2) ส่วนแสดงผลการตอบกลับ (Feedback) คือ ส่วนที่ใช้ในการโต้ตอบระหว่างครูและนักเรียน เช่น การถามตอบ การแสดงความคิดเห็น การทำแบบฝึกหัด เป็นต้น 3) ส่วนพัฒนาโครงงาน (Blockly) คือ ส่วนปฏิบัติโครงงาน ซึ่งเป็นส่วนของการเขียนโปรแกรมโดยการลากบล็อกคำสั่ง นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมและอัปโหลดคำสั่งให้กับอุปกรณ์ IoT ได้



ภาพที่ 1 ตัวอย่างส่วนเนื้อหาบทเรียน (Content) เรื่ององค์ประกอบของเทคโนโลยี IoT

Feedback of Thirawat Kongpa

Q: แบบฝึกหัด เรื่องอุปกรณ์สำหรับเทคโนโลยี IoT

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงยกตัวอย่างอุปกรณ์ประเภทเซ็นเซอร์ มาอย่างน้อย 3 อย่าง พร้อมระบุหน้าที่ของอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย

2. จงยกตัวอย่างอุปกรณ์ประเภทคอมพิวเตอร์แบบฝัง มาอย่างน้อย 1 อย่าง พร้อมระบุว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีการทำงานอย่างไร

3. จงยกตัวอย่างอุปกรณ์ประเภทไมโครคอนโทรลเลอร์ มาอย่างน้อย 1 อย่าง พร้อมระบุว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีความแตกต่างกับคอมพิวเตอร์แบบฝังอย่างไร

Answer:

ข้อ 1.

1.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว ทำหน้าที่ตรวจจับสิ่งที่เคลื่อนที่ผ่านเซ็นเซอร์

1.2 เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงสว่าง ทำหน้าที่ตรวจจับแสงสว่างในบริเวณที่แสงส่องถึงเซ็นเซอร์

1.3 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิในบริเวณโดยรอบเซ็นเซอร์

ข้อ 2. Raspberry Pi เป็นเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่วนของการติดต่อผู้ใช้งาน เช่น สามารถเชื่อมต่อกับจอคอมพิวเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ และสามารถนำมาระบุการใช้งานทางด้านการเกษตร หรือการเขียนโปรแกรมได้

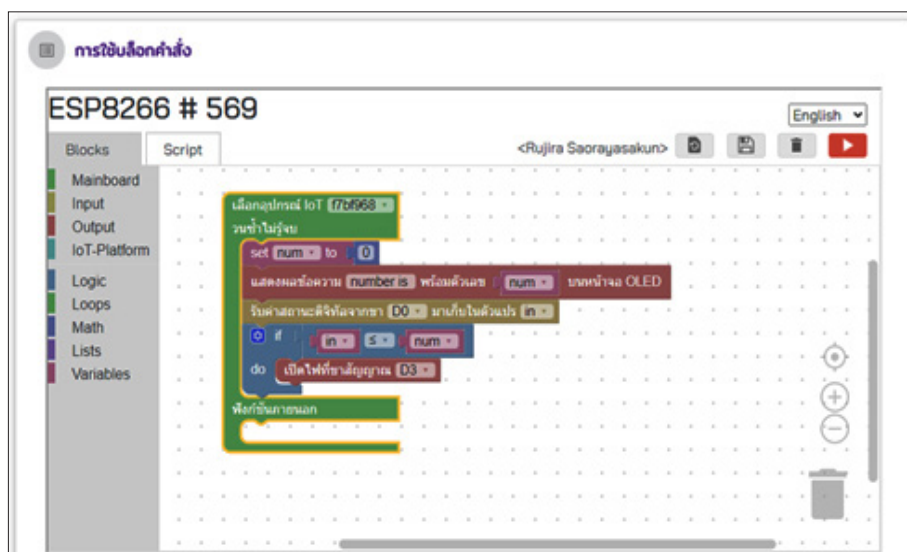
ข้อ 3. Micro:bit เป็นอุปกรณ์ประเภทไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีความแตกต่างจากคอมพิวเตอร์แบบฝังคือไม่มีระบบปฏิบัติการ

Comments

Rujira Soorayasakun

ดีมากค่ะ ครูได้เขียนในส่วนข้อ 3. ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถดึงข้อมูลค่าส่งให้กับผู้ใช้งานได้อย่างอัตโนมัติด้วยการเขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกทั้งยังมีความสามารถในการติดต่อและควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์อื่น ๆ ได้อีกด้วย

ภาพที่ 2 ตัวอย่างส่วนแสดงผลการโต้ตอบ (Feedback) ของครู โดยครูสามารถดูผลการตอบกลับของนักเรียนและสามารถโต้ตอบกลับไปยังนักเรียนได้ทันที



ภาพที่ 3 ตัวอย่างบล็อกคำสั่งในส่วนพัฒนาโครงการ (Blockly)

2. ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญและผลการนำไปทดลองใช้ พบว่าเว็บแอปพลิเคชันมีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.89$, S.D.=0.08) ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้และแบบวัดการคิดเชิงคำนวณมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00 และแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.94 มีค่าเฉลี่ยความยากง่ายทั้งฉบับเท่ากับ 0.46 มีความยากง่ายปานกลาง มีค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.47 สามารถจำแนกได้ และมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.93 หมายความว่าแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าระดับความเชื่อมั่นในระดับดีมาก

3. ผลการศึกษาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ร้อยละ 82.81 ($\bar{X} = 6.63$, S.D.=1.51) องค์ประกอบที่มีคะแนนสูงสุดคือ การจดจำรูปแบบ ร้อยละ 87.50 ($\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.46) และการออกแบบขั้นตอนวิธี ร้อยละ 87.50 ($\bar{X} = 1.75$, S.D.=0.46) รองลงมาคือ การแยกย่อย ร้อยละ 81.25 ($\bar{X} = 1.63$, S.D.=0.52) และการคิดเชิงนามธรรม ร้อยละ 75.00 ($\bar{X} = 1.50$, S.D.=0.53) ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตัดสินคุณภาพ โดยยึดหลักค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ย เท่ากับ 4.14 หมายความว่า นักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี

4. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนระหว่างเรียนร้อยละ 84.00 ($\bar{X} = 42.00$, S.D. = 2.98) มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.00 และคะแนนทดสอบหลังเรียนร้อยละ 81.25 ($\bar{X} = 16.25$, S.D.=1.28) มีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.25 ดังนั้น เว็บแอปพลิเคชันจึงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.00/81.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนที่ระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่					รวมคะแนน ระหว่างเรียน	คะแนน ทดสอบหลังเรียน
	1	2	3	4	5		
	10	10	10	10	10		
1	8	9	8	8	10	43	17
2	9	9	10	8	10	46	18
3	6	9	8	8	8	39	15
4	9	10	8	7	8	42	16
5	6	8	10	8	9	41	17
6	5	9	8	7	8	37	14
7	7	9	10	7	10	43	16
8	9	9	10	8	9	45	17
รวม	59	72	72	61	72	336	130
$\bar{X}$	7.38	9.00	9.00	7.63	9.00	42.00	16.25
S.D.	1.60	0.53	1.07	0.52	0.93	2.98	1.28
ร้อยละ	73.75	90.00	90.00	76.25	90.00	84.00	81.25

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	8	50	42.00	2.98	84.00
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	8	20	16.25	1.28	81.25
ประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชัน (E_1/E_2)					84.00/81.25

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้หลักการขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย (คุชฎ โยเหลาและคณะ, 2557) ได้แก่ 1) ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน 2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ 3) ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ 4) ขั้นแสวงหาความรู้ 5) ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และ 6) ขั้นนำเสนอผลงาน และส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งประกอบด้วยลำดับการใช้ทักษะย่อย 4 ทักษะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ได้แก่ 1) แนวคิดการแยกย่อย 2) แนวคิดการจัดจำรูปแบบ 3) แนวคิดเชิงนามธรรม และ 4) แนวคิดการออกแบบขั้นตอนวิธี ทำให้เว็บแอปพลิเคชันมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) Content เป็นส่วนของเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาต่าง ๆ 2) Feedback เป็นส่วนของการโต้ตอบระหว่างครูและนักเรียน เช่น การถามตอบ การแสดงความคิดเห็น การส่งคำตอบของแบบฝึกหัด เป็นต้น 3) Blockly เป็นส่วนของการเขียนโปรแกรมโดยการลากบล็อกคำสั่ง โดยนักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมและอัปโหลดคำสั่งให้กับอุปกรณ์ IoT ได้โดยเมื่อนำเว็บแอปพลิเคชันไปใช้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนระหว่างเรียนร้อยละ 84.00 ($\bar{x} = 42.00$, S.D. = 2.98) มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.00 และคะแนนทดสอบหลังเรียนร้อยละ 81.25 (= 16.25, S.D. = 1.28) มีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.25 หมายความว่าเว็บแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.00/81.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ตามกระบวนการ SDLC แล้วนำมาออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของเว็บแอปพลิเคชันจำนวน 5 ท่าน พบว่า เว็บแอปพลิเคชันมีผลการประเมินคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.89$, S.D. = 0.08) ด้านที่มีคุณภาพสูงที่สุดคือ ด้านการใช้ภาษาและด้านแบบทดสอบ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 5.00$, S.D.

= 0.00) รองลงมาคือ ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.88$, S.D. = 0.12) และด้านการดำเนินเรื่อง อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.66$, S.D. = 0.24) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของดาวธนา วีระพันธ์ (2561) ที่ได้กล่าวว่าระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นโดยใช้วงจรการพัฒนา SDLC ทำให้ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ตลอดจนทำให้กลุ่มผู้ใช้งานระบบทั้งกลุ่มผู้สอนและผู้เรียนมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของแมน จตุพงษ์ชัยและคณะ (2558) ที่ได้กล่าวถึงการเปรียบเทียบผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีวิชาคอมพิวเตอร์ ด้วยบทเรียนบนเว็บแบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ว่าบทเรียนบนเว็บแบบ PBL ที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บแบบ PBL มีผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้น การคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบทดสอบหลังเรียนมีค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.50-1.00 โดยมีค่าเท่ากับ 0.94 หมายความว่ามีความเที่ยงตรง สามารถนำแบบทดสอบหลังเรียนไปใช้ได้โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเขวไร่ (ตรุณวิทยา) จำนวน 12 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40-0.60 โดยมีค่าเท่ากับ 0.46 หมายความว่ามีความยากง่ายปานกลาง สามารถนำแบบทดสอบไปใช้ได้ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 โดยมีค่าเท่ากับ 0.47 หมายความว่ามีความอำนาจจำแนก สามารถนำแบบทดสอบไปใช้ได้ และมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.93 หมายความว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นในระดับดีมาก สามารถนำแบบทดสอบไปใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิพนธ์ บริเวธนันท์ และคณะ (2562) ที่ได้กล่าวว่ารูปแบบเว็บแอปพลิเคชันด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านห้องเรียนไร้กรอบ ทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยเว็บแอปพลิเคชันสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านห้องเรียนไร้กรอบฯ อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของพรศิริ สังข์ทอง (2561) ที่ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์นั้นมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนที่ได้เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะการทำงานเป็นทีมภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์สูงกว่าเกณฑ์ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และโครงงานของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์มีผลการประเมินที่อยู่ในระดับดีถึงดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของจรัส พงเจริญ (2560) ที่ได้กล่าวถึงผลการเรียนด้วยเว็บแอปพลิเคชันการศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเขียนโปรแกรมบนเว็บ ทำให้ความสามารถในการเขียนโปรแกรมบนเว็บและความสามารถในการเขียนโปรแกรมบนเว็บของผู้เรียนดีขึ้น อยู่ในระดับดีมาก

ผลการศึกษาการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนโดยใช้เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคำนวณที่มีหลักเกณฑ์การให้คะแนนตามจุดมุ่งหมาย 4 องค์ประกอบหลัก (โซติกา สงครามและคณะ, 2563) ได้แก่ 1) การแยกย่อย 2) การจดจำรูปแบบ 3) การคิดเชิงนามธรรม 4) การออกแบบขั้นตอนวิธี พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ร้อยละ 82.81 ($\bar{x}=6.63$, S.D.=1.51) องค์ประกอบที่มีคะแนนสูงสุดคือ การจดจำรูปแบบ ร้อยละ 87.50 ($\bar{x}=1.75$, S.D.=0.46) และการออกแบบขั้นตอนวิธี ร้อยละ 87.50 ($\bar{x}=1.75$, S.D.=0.46) รองลงมาคือ การแยกย่อย ร้อยละ 81.25 ($\bar{x}=1.63$, S.D.=0.52) และการคิดเชิงนามธรรม ร้อยละ 75.00 ($\bar{x}=1.50$, S.D.=0.53) ตามลำดับ และเมื่อนำคะแนนไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตัดสินคุณภาพโดยยึดหลักค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้ พบว่า นักเรียนมี

คะแนนการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ย เท่ากับ 4.14 หมายความว่า นักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ แล้วนำมาออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเว็บแอปพลิเคชัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00 หมายความว่าสามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบวัดการคิดเชิงคำนวณมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00 หมายความว่าสามารถนำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณไปใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโซติกา สงครามและคณะ (2563) ที่ได้กล่าวว่าการคิดเชิงคำนวณด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับยอดเยี่ยมทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย การพิจารณารูปแบบของปัญหา การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา และการออกแบบอัลกอริทึม และสอดคล้องกับงานวิจัยของชยการ ศิริรัตน์ (2562) ที่ได้อธิบายว่าการคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ได้หลากหลายสาขาทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีคณิตศาสตร์ และมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ การคิดเชิงคำนวณเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์และความสามารถในการเรียนรู้โปรแกรมที่ถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้การเขียนโปรแกรม โดยไม่ยึดติดกับคำสั่งที่เป็นภาษาอังกฤษ แต่จะใช้บล็อกคำสั่งที่เป็นภาพหรือไอคอนสัญลักษณ์แทนศัพท์คำสั่ง ทำให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่าย สามารถออกแบบวางแผนแก้ปัญหาและทดสอบขั้นตอนวิธีที่ตนออกแบบไว้โดยไม่ติดขัดกับความผิดพลาดของโครงสร้างคำสั่ง จึงทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเชื่อมโยงและสัมพันธ์กับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการเรียนรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ เข้ากับการใช้งานในชีวิตประจำวัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ครูควรปฐมนิเทศเพื่อชี้แจงวิธีการและขั้นตอน

การเรียนรู้และการทำกิจกรรม แจ้างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และให้นักเรียนร่วมกันสร้างกติกาในการเรียนร่วมกัน

1.2 ก่อนการแบ่งกลุ่มให้กับนักเรียน ควร มีกิจกรรมละลายพฤติกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันและเกิดความรู้สึกสนิทกันมากขึ้น ในการจัดกลุ่มให้กับนักเรียนควรลดความสามารถทั้งนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

1.3 การใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ควรให้เวลานักเรียนในการทำกิจกรรมภาคปฏิบัติให้มาก เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดสร้างสรรค์และทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิกในกลุ่มอย่างเต็มที่

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

จรัส พงเจริญ. (2560). *ผลการเรียนด้วยเว็บแอปพลิเคชันการศึกษาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเขียนโปรแกรมบนเว็บของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. การค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชนันท์ธิดา ประพิน, กอบสุข คงมนัสและวารินทร์ แก้วอุไร. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ด้วยการเรียนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย.

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 21(1), 30-47. [ออนไลน์].

ได้จาก: https://so06.tcithaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/87316/124895 [สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2563].

ชยการ ศิริรัตน์. (2562). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา.

วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 47(2), 31-47. [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://so02.tcithaijo.org/index.php/EDUCU/article/view/195892/136149>. [สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2563].

โชติกา สงคราม, จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยมและสนิทร สุภาพ. (2563). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.

วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. 12(1), 203-217. [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://so05.tcithaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/download/187496/167280/> [สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2563].

1.4 ควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมี

ส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น เช่น การเสนอปัญหาที่พบหรือแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู ตลอดจนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้เว็บแอปพลิเคชัน ไปใช้ศึกษาเปรียบเทียบผลการวิจัยกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่น

2.2 ควรศึกษาตัวแปรตามของผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เพิ่มเติม เช่น ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการสื่อสารและสารสนเทศ เป็นต้น

2.3 ควรนำเว็บแอปพลิเคชัน ไปใช้ศึกษาวิจัยกับรายวิชาอื่นและระดับชั้นอื่น ๆ

- ดาวรดา วีระพันธ์. (2561). ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บแอปพลิเคชัน. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*. 15(1), 145-154. [ออนไลน์] ได้จาก:<http://it.rmu.ac.th/itmjournal/assets/uploads/formidable/6/5-1-13-145-154.pdf>. สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2563].
- ดุขฎิ โยเหลาและคณะ. (2557). *การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย*. กรุงเทพฯ: หจก.ทิพย์วิสุทธิ์.
- ทีศนา แคมมณี. (2559). *ศาสตร์การสอน*. พิมพ์ครั้งที่20. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์จำกัด.
- นิพนธ์ บริเวรณันท์, สัญชัย พัฒนสิทธิ์และศศิฉาย ธนะมัย. (2562). การพัฒนารูปแบบเว็บแอปพลิเคชันด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านห้องเรียนไร้กรอบ เพื่อส่งเสริมการรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต*. 15(2), 144-162. [ออนไลน์]. ได้จาก:<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pkrujo/article/view/242200/164676>. [สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2563].
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ผนวกเดช สุวรรณทัต. (2561). *ทักษะการคิดเชิงคำนวณ*. [ออนไลน์]. ได้จาก:<https://wtr.ipst.ac.th/panuakdej/> [สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2563].
- พรศิริ สังข์ทอง. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ รายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ 6 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. (1), 14-29. [ออนไลน์]. ได้จาก:<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmutsbhs/article/view/126107/98375> [สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2563].
- แมน จตุพงศ์ชัย, สังคม ภูมิพันธุ์และสมโชค เฉตะการ. (2558). การเปรียบเทียบผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีวิชาคอมพิวเตอร์เรื่อง ฮาร์ดแวร์และยูทิลิตี้เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ด้วยบทเรียนบนเว็บแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กับการจัดเรียนรู้แบบโครงงาน. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 38(1), 79-89. [ออนไลน์]. ได้จาก:<https://so02.tcithaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/download/47841/39704/> [สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2563].
- ยีน ภู่วรรณ. (2561). *วิทยาการคำนวณ คืออะไร?*. [ออนไลน์]. ได้จาก:<https://school.dek-d.com/blog/kidcoding/computational-science/> [สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2563].
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.