การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

DEVELOPING COMPUTATIONAL THINKING SKILLS THROUGH PROGRAMMING USING COMMAND CARDS WITH THE UNPLUGGED CODING BOARD GAME FOR GRADE 2 STUDENTS

จันทิมา หิรัญอ่อน[1]
Janthima Hiranon[1]

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding (2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดพิจิตร จำนวน 18 คน โดยทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่ง แบบสะท้อนการเรียนรู้ แบบบันทึกกิจกรรม และแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้า ด้านวิธีการและแหล่งข้อมูล ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สมบัติของวัสดุ มี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) นำเข้าสู่บทเรียน จากการใช้คำถามของครูเพื่อให้นักเรียนได้บอกขั้นตอนของการกินอาหารของตนเองและวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนการกินอาหารร่วมกัน 2) ขั้นกิจกรรมเรียนรู้ เป็นการใช้สื่อบอร์ดเกมให้นักเรียนได้ฝึกเขียนโปรแกรมให้ตัวละครสัตว์ทำภารกิจที่ได้รับ 3) ขยายความรู้ เป็นการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาอธิบาย คำสั่งของตนเอง และร่วมกันบันทึกคำสั่งที่ถูกต้องลองในใบกิจกรรมการเรียนรู้ และ 4) ขั้นสรุป นักเรียนจะได้เขียนกระดาษ Post it เพื่อร่วมกันแยกประเภทของวัสดุให้ถูกต้องตามโจทย์กำหนด และผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่าผลการพัฒนาระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนด้วยในระดับการถ่ายโอนระดับ 4 ถ่ายโอนแบบใกล้

คำสำคัญ: ทักษะการคิดเชิงคำนวณ, การจัดการเรียนรู้โดยใช้บัตรคำสั่ง, บอร์ดเกม Unplugged Coding

[1] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี/ Faculty of Industrial Education Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi Suphanburi Center.
E-mail: jantima.h@rmutsb.ac.th

Abstract

The objectives of this research article are: (1) To develop programming skills using command cards with the Unplugged Coding board game. (2) To study the results of improving programming skills using command cards with the Unplugged Coding board game for Grade 2 students. The participants were 18 Grade 2 students from a small school in Phichit Province, studied during the first semester of the academic year 2023. The tools used in this research included a lesson plan for programming with command cards, a reflective learning approach, activity logs, and an assessment form for computational thinking skills. The study was conducted using an action research methodology with three action cycles. Data were analyzed using content analysis and triangulation to ensure reliability in methods and data sources.
Findings:

(1) Regarding the first objective, the development of computational thinking skills related to material properties involved four steps: 1) Introduction: Teachers used guiding questions to encourage students to describe and analyze the steps of their eating routines. 2) Learning Activities: Students practiced programming by using the board game to guide animal characters in completing assigned missions. 3) Knowledge Expansion: Groups of students explained their commands, recorded the correct commands, and discussed them collaboratively. 4) Summary: Students wrote on Post-it notes to categorize materials according to the given tasks.

(2) Regarding the second objective, the level of computational thinking skills demonstrated during the learning activities aligned with the post-learning skills, achieving a Level 4 transfer (near transfer) according to the computational thinking skill framework

Keywords: Computational Thinking Skills, Unplugged Coding, Material Properties

บทนำ

จากการที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ได้กำหนดนโยบายขับเคลื่อนการเรียนรู้เพื่อสร้างคนให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 โดยการกำหนดนโยบายเร่งด่วน ข้อ 7. ของรัฐบาลให้มีการเรียนการสอนภาษาคอมพิวเตอร์ (Coding) ในระดับชั้นประถมศึกษา อีกทั้ง ดร.กัลยา โสภณพนิช ได้กล่าวไว้ว่า เพื่อเป็นการปูพื้นฐานกระบวนการคิด และเป็นการสร้างนักวิจัยที่ได้สร้างนวัตกรรมขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องเทคโนโลยีในโรงเรียนให้เพิ่มมากขึ้น การเขียนโปรแกรมโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ (Unplugged Coding) เป็นการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของนักเรียนตามบริบทและพื้นฐานของห้องเรียนในแต่ละโรงเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนทุกคนสามารถเขียนโปรแกรมได้ทันที (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2566) โดยไม่ต้องรอการสร้างสื่อหรือจัดหาซื้อมาก่อน เป็นการเรียนรู้ตามบริบทจริงในชีวิตประจำวันของตนเอง ซึ่งเป็นการสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเองโดยอาศัยความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่มาต่อยอดเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ตามทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นเป็นวัยที่มีความสำคัญต่อการสร้างพื้นฐานแห่งการคิด ดังนั้นการสร้างทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน มีการคิดเชิงตรรกะ คิดอย่างเป็นเหตุ

เป็นผล รวมทั้งการตัดสินใจในการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการเขียนโปรแกรมแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์ จะช่วยให้นักเรียนสามารถฝึกฝนทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน โดยเริ่มจากการเรียนรู้จากการการแก้ปัญหา ที่ต้องอาศัยความสามารถที่จำเป็นในประเด็นต่อไปนี้ คือ ความสามารถในการออกแบบแนวคิดที่ช่วยแก้ปัญหา ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและการจัดรูปแบบสิ่งที่วิเคราะห์ได้อย่างมีเหตุผล ความสามารถในการแสดงข้อมูลจากแนวคิดเชิงนามธรรม เป็นต้น (Hong & Shin, 2019)

ผู้วิจัยในฐานะที่สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาด้านความคิดเชิงคำนวณโดยการเขียนโปรแกรมด้วยบัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างทักษะกระบวนการคิดเป็นขั้นตอน มีการคิดเชิงตรรกะ คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล การตัดสินใจในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความจำเป็นในชีวิตประจำวัน และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆและพัฒนาคุณภาพชีวิตต่อไป

จากเหตุผลข้างต้น ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังเรือน เพื่อให้นักเรียนมีผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

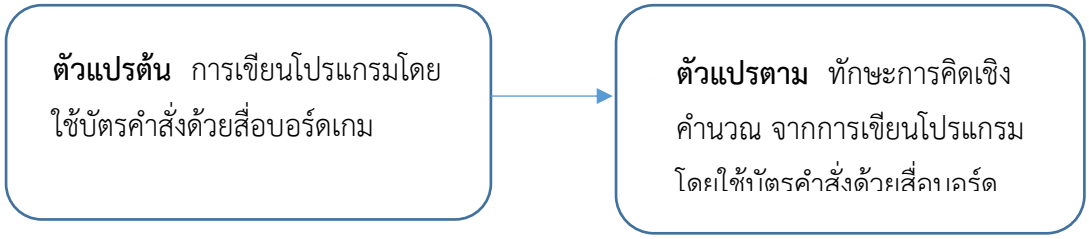
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การจัดการเรียนรู้ด้วย สื่อบอร์ดเกม ร่วมกับกิจกรรม Unplugged ตามแนวทาง Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ โดยนักเรียนสามารถ บูรณาการความรู้เรื่องสมบัติของวัสดุกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งที่ผู้วิจัยได้พัฒนาเพิ่มเติมจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากงานวิจัยของ Maryam et al. (2017) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วย Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน เพื่อใช้ในการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วีระพงษ์ จันทรเสนา และมานิตย์ อาษานอก (2566) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยสื่อบอร์ดเกม เกม Unplugged Coding สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อลดลำดับขั้นตอนการทำงานได้ดีกว่าการเรียนรู้ตามรูปแบบเดิม

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) ของ Maryam et al. (2017) ร่วมกับการเขียนโปรแกรมโดยบัตรคำสั่งจากบอร์ดเกม Unplugged Coding โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

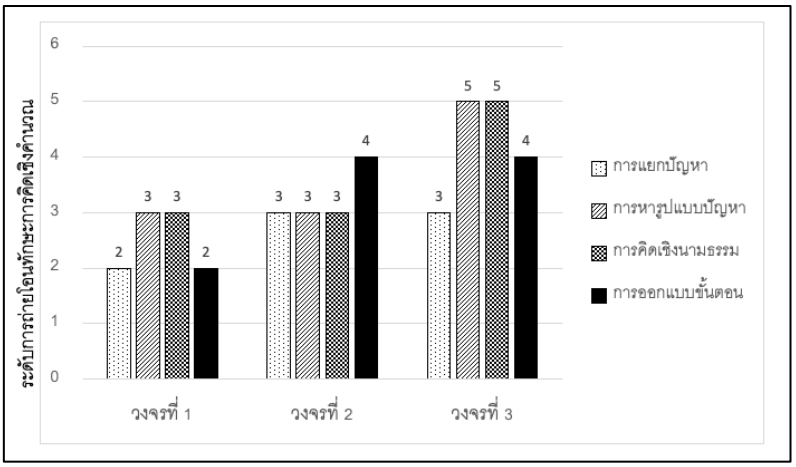
งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ พื้นที่วิจัย คือ โรงเรียนขนาดกลาง ในจังหวัดพิจิตร ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 18 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง จากการศึกษาปัญหาการเรียนรู้เรื่อง สมบัติของวัสดุ ที่เป็นเรื่องยากต่อการเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และเมื่อศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเบื้องต้นพบว่านักเรียนไม่สามารถแยกปัญหาและลำดับขั้นตอนในการทำงานให้สำเร็จตามกำหนดได้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ส่วน ได้แก่ 1. เครื่องมือที่ใช้ในพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding เรื่อง สมบัติของวัสดุ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ย่อย 3 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ แบบบันทึกกิจกรรม และแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ รวบรวมข้อมูลระหว่างเดือน สิงหาคม ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2566 นำข้อมูลเชิงปริมาณมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิจัยเอกสาร วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลตามแนวคิดของ Kemmis, S. & McTaggart, R. (1988 อ้างอิงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 149-152) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีรูปแบบการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการ 4 ขั้นตอนแล้วนำมาเขียนบรรยายเชิงพรรณนา

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1. ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและดำเนินการจัดการเรียนรู้ จากนั้นใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแต่ละวงรอบ และสามารถสรุปการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่องสมบัติของวัสดุ โดยใช้บอร์ดเกม Simple tory ตามแนวทางการจัดกิจกรรมของ Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020 ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ในขั้นนี้เป็น

ขั้นตอนในการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจในการเรียนก่อนที่เข้าสู่บทเรียน โดยการใช้คำถามการยกตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ผลการวิจัยพบว่า ในขั้นนี้นักเรียนสามารถบอกขั้นตอนการกินอาหารเช้าของตนเองได้ทุกคน และสามารถเชื่อมโยงปัญหาสมบัติของวัสดุที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม ความคล้ายกันของปัญหาในสมบัติของวัสดุจากสถานการณ์จำลอง ผลการวิจัยพบว่า การใช้คำถามสร้างความรู้เรื่องเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมให้ทำงานแบบวนซ้ำ ทำให้นักเรียนทราบปัญหาภายในสมบัติของวัสดุแต่ละสถานการณ์ และมีความเข้าใจในเรื่อง รูปแบบแนวโน้มของปัญหาซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวโน้มของปัญหาในแบบบันทึกกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการหารูปแบบของปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ขั้นที่ 3 ขั้นขยายความรู้ ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเกมการศึกษา simple story ที่มีลักษณะการจำลองสถานการณ์ โดยมีการนำความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของสารมาใช้ในการแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างง่าย เขียนโปรแกรมแสดงขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถแยกข้อมูลที่สำคัญ และข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์จำลองได้ทุกคน และนักเรียนเขียนระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญ ที่ทำให้ทราบสมบัติของวัสดุได้ ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ในขั้นนี้ผู้เรียนช่วยกันตรวจหาข้อผิดพลาดของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนกระดาษ Post it เพื่อสรุปแยกประเภทวัสดุ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนสามารถเขียนโปรแกรมและเขียนสรุปประเภทของวัสดุได้ถูกต้อง

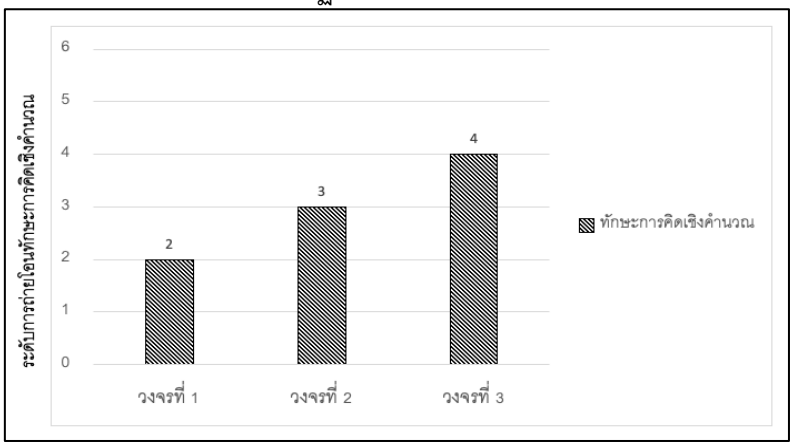
วัตถุประสงค์ที่ 2. ผลการวิจัยพบว่า การศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณจากการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมบัติของวัสดุของนักเรียนที่ได้รับมอบหมายให้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะบันทึกผลงานของตนเองลงในแบบบันทึกกิจกรรม เพื่อเป็นร่องรอยในการแสดงทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบทั้ง 3 วงจร โดยผลการวิจัยการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สมบัติของวัสดุตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงจาก Amanda Peel et al. (2019) ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อบอร์ดเกมร่วมกับกิจกรรม Unplugged ตามแนวทาง Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงระดับทักษะการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณใน 3 วงจร

จากภาพที่ 1 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มสูงขึ้นทั้งหมด โดยสังเกตได้จากระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณของทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ทักษะของแต่ละวงจรปฏิบัติการ

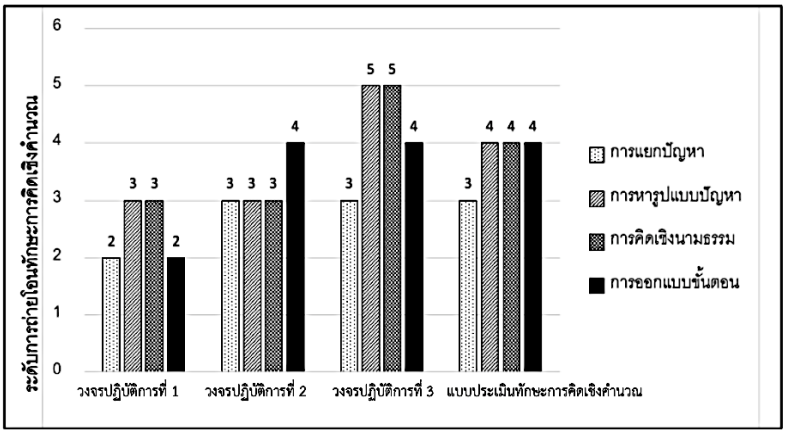
พบว่าทักษะการหารูปแบบปัญหาและการคิดเชิงนามธรรมมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยสูงที่สุดในระดับ 5 ถ่ายโอนแบบไกล ในวงจรที่ 3 รองลงมาคือ ทักษะการออกแบบมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับ 4 ถ่ายโอนแบบใกล้ และทักษะแก้ปัญหามีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณต่ำสุดอยู่ในระดับ 2 ถ่ายโอนแบบประยุกต์ ในวงจรที่ 1 เมื่อพิจารณาระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยของทุกองค์ประกอบในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะได้ผลดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระดับทักษะการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณวงจรที่ 1 ถึง 3 โดยเฉลี่ย

จากภาพที่ 2 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 ซึ่งพิจารณาจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากแบบบันทึกกิจกรรมโดยนักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณในระดับ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยสื่อบอร์ดเกมร่วมกับกิจกรรม Unplugged ตามแนวทาง Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียนที่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและบันทึกผลงานของตนเองลงในแบบบันทึกกิจกรรม ระหว่างวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร ผลการวิเคราะห์มาจัดกลุ่มทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงจาก Amanda Peel et al. (2019) สามารถแสดงผลดังภาพ 3



ภาพที่ 3 แสดงระดับทักษะการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณจากการดำเนินการวิจัย

จากภาพที่ 3 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาระดับของทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มสูงขึ้นทุกองค์ประกอบในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยเมื่อพิจารณาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนพบว่า องค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหา พบว่านักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยสูงขึ้นระดับ 3 การถ่ายโอนสู่บริบท องค์ประกอบที่ 2 การหารูปแบบของปัญหา พบว่านักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยสูงขึ้นระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ องค์ประกอบที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม พบว่านักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยสูงขึ้นระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้และองค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอน พบว่านักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยสูงขึ้นระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่าการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องสมบัติของวัสดุ ด้วยสื่อบอร์ดเกม ร่วมกับกิจกรรม Unplugged สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามแนวทาง Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตัวผู้วิจัย และ ครูผู้ร่วมสังเกต แต่ละวงจรปฏิบัติการสามารถสรุปแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องสมบัติของวัสดุด้วย สื่อบอร์ดเกม ร่วมกับกิจกรรม Unplugged ตามแนวทาง Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ โดยการนำสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาแยกประเด็นปัญหา เพื่อลำดับเหตุการณ์ในการทำงาน เช่น การทานอาหารเช้า โดยครูจะต้องมีการอธิบายสถานการณ์ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของภาพตรงกัน ก่อนทำกิจกรรม และครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับแนวคิดของ ฤดีรัตน์ แป้งหอม และคณะ (2559) ที่พบว่า ครูจะต้องนำเสนอโดยการอธิบายภาพสถานการณ์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียน มีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่พบว่า การอธิบายเพื่อไขข้อข้องใจก่อนทำกิจกรรมช่วยให้นักเรียนสามารถแยกปัญหาได้ดีขึ้น รวมทั้งการกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาในระหว่างการทำกิจกรรม จะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์สมบัติของวัสดุในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561) ที่พบว่า ครูควรมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันในระหว่างการทำกิจกรรมตลอดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้

เป็นขั้นที่ให้นักเรียนจะร่วมกันพิจารณารูปแบบและแนวโน้มของปัญหาจากสถานการณ์ โดยร่วมกันวางแผนการเขียนโปรแกรมโดยใช้บัตรคำสั่งเพื่อพาตัวละครสัตว์ไปตามหาวัสดุตามคุณสมบัติของวัสดุที่ได้รับจากโจทย์ และมีการใช้ คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ ความคล้ายคลึงของแต่ละปัญหา เช่น จากภาพสถานการณ์จำลองที่ได้รับนักเรียนคิดว่าควรเลือกเดินทางไปในเส้นทางใด ที่จะใช้คำสั่งจำนวนน้อยที่สุด ทำให้นักเรียนระบุปัญหาหลักของสถานการณ์จำลองได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่พบว่า การเรียนการสอนแบบโต้ตอบมีการถามและตอบระหว่างครูและนักเรียนจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถหารูปแบบแนวโน้มของปัญหาได้ ตลอดจนการยกตัวอย่างสถานการณ์อื่นๆ ใน

ชีวิตประจำวันร่วมกันกับนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันและระบุความคล้ายกันของปัญหาที่พบได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maryam et al. (2017) ที่ใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อยกตัวอย่างการระบุความคล้ายกันของปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นขยายความรู้

เป็นขั้นของการใช้กิจกรรมกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาเพื่อแยกข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง โดยการให้นักเรียนร่วมกัน แยกข้อมูลของปัญหาสมบัติของวัสดุจากสถานการณ์จำลอง เช่น ในเรื่องสมบัติของวัสดุ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองเพื่อร่วมกันแยกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก รวมทั้งเสนอสถานการณ์ตัวอย่างในชีวิตประจำวันให้เพื่อนๆ ได้รับฟัง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มที่มีการบูรณาการความรู้ในชีวิตประจำวันกับกิจกรรมที่ใช้ โดยตั้งข้อคำถามชัดเจน มีการระบุคำสั่งให้นักเรียนเขียนระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ทำให้สมบัติของวัสดุสามารถทำงานได้ มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bati et al. (2018) ซึ่งได้ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้ตอบคำถามในการทำกิจกรรมแยกข้อมูลของปัญหาเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรวจสอบข้อผิดพลาดของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาและเป็นการร่วมกันสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการอภิปรายโดยใช้คำถาม และคำต่างๆ มาสรุปกิจกรรมร่วมกัน สอดคล้องกับแนวคิดจากงานวิจัยของ Amanda Peel et al. (2019) ที่ครูต้องมีการอธิบายสัญลักษณ์ของภาพ หรือบัตรกิจกรรมในการสรุป และเน้นย้ำความถูกต้องของชิ้นงานสร้างขึ้นสอดคล้องกับแนวคิดของ วีระพงษ์ จันทรเสนา และมานิตย์ อาษานอก (2566) ที่พบว่า ครูควรมีการเตรียมความพร้อมโดยการทำความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ด้วยด้วยการเขียนโปรแกรม และคำนึงถึงความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับผู้เรียน และมีการใช้ความรู้พื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมของนักเรียน รวมถึงในงานวิจัยได้มีการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยครูมีการจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อให้นักเรียนต่อสมบัติของวัสดุเพื่อการบูรณาการการเรียนรู้กับการเขียนโปรแกรมได้อย่างราบรื่น เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเขียนโปรแกรมตามอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่ได้เตรียมความรู้พื้นฐานให้นักเรียน และมีการบูรณาการความรู้กับการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้สร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามอัลกอริทึมที่ออกแบบไว้ล่วงหน้า

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่าการศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเรื่องสมบัติของวัสดุ ด้วยสื่อบอร์ดเกม ร่วมกับกิจกรรม Unplugged สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามแนวทาง Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) เรื่อง สมบัติของวัสดุ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ประกอบด้วย 1. การแยกปัญหา 2. การหารูปแบบของปัญหา 3. การคิดเชิงนามธรรมและ 4. การออกแบบขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. องค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหา พบว่า นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยในระดับ 3 การถ่ายโอนสู่บริบท เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่เข้าใจปัญหาแต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาจากภาพสถานการณ์และเชื่อมโยงปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงขึ้น แสดงว่านักเรียนมีการพัฒนาในการแยกปัญหาได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561) ที่พบว่า ครูควร

กระตุ้นผู้เรียนให้พร้อมที่จะเกิดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันในระหว่างการทำกิจกรรมตลอดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ สอดคล้องกับ Rodriguez, B. R. (2015) ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้แยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในองค์ประกอบอื่นๆ ต่อไปได้

2. องค์ประกอบที่ 2 การแยกปัญหา พบว่า การหารูปแบบของปัญหา พบว่านักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ นักเรียนมีความสามารถในการหารูปแบบปัญหาที่เกิดจากการร่วมมือกับสมาชิกภายในกลุ่มและการตัดสินใจเลือกแนวทางการหารูปแบบแนวโน้ม ความคล้ายคลึงกันของปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ (2559) ควรมีกิจกรรมกลุ่มที่ให้นักเรียนพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างของรูปแบบปัญหาที่เปลี่ยนไปร่วมกันเพื่อทำนายแนวโน้มของปัญหาที่จะเกิดขึ้นไว้ล่วงหน้าได้

3. องค์ประกอบที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม พบว่า การหารูปแบบของปัญหา พบว่านักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ นักเรียนมีความสามารถในการคิดคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญออกจากรายละเอียดปลีกย่อยในปัญหาได้จากการระดมความคิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bati et al. (2018) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบบูรณาการความรู้โดยใช้การทำกิจกรรมกลุ่มช่วยให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อสร้างและพัฒนาชิ้นงานได้ดีกว่าการเรียนโดยปกติ

4. องค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอนพบว่า การหารูปแบบของปัญหา พบว่านักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4 การถ่ายโอนแบบใกล้ นักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาชิ้นงานของตนเอง เพิ่มการปรับปรุงและแก้ไขการทำงานของโปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถต่อยอดและสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่มีรูปแบบใหม่ได้ สอดคล้องกับแนวคิดจากงานวิจัยของ ชยการ คีรีรัตน์ (2562) ที่มีการบูรณาการความรู้เดิมกับการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้สร้างชิ้นงานในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามอัลกอริทึมที่ออกแบบไว้ล่วงหน้า

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

ภายหลังการจัดการเรียนรู้พบว่าองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหา ซึ่งนักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเฉลี่ยในระดับ 3 การถ่ายโอนสู่บริบท แต่พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ครูกระตุ้นให้นักเรียน ได้วิเคราะห์ปัญหาจากภาพสถานการณ์และเชื่อมโยงปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงสุดระดับ 4 ถ่ายโอนแบบใกล้ และในแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณนักเรียนมีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงสุดระดับ 5 การถ่ายโอนแบบไกล ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาในองค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหาได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรายุทธ ดวงจันทร์ (2561) ที่พบว่า ครูควรกระตุ้นผู้เรียนให้พร้อมที่จะเกิดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันในระหว่างการทำกิจกรรมตลอดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ (2559) ที่เสนอแนวทางการพัฒนาองค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหา ไว้ว่า เป็นการพิจารณาข้อมูลและแตกประเด็นปัญหาช่วยให้บริหารจัดการปัญหาได้ง่ายขึ้น และยังสอดคล้องกับ Rodriguez, B. R. (2015) ที่เสนอแนวทางการพัฒนาองค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหาว่าควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้แยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยเพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในองค์ประกอบอื่นๆ ต่อไปได้

สรุป

การจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อบอร์ดเกมร่วมกับกิจกรรม Unplugged ตามแนวทาง Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ โดยนักเรียนสามารถบูรณาการความรู้เรื่องสมบัติของวัสดุกับการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งที่ผู้วิจัยได้พัฒนาเพิ่มเติมจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากงานวิจัยของ Maryam et al. (2017) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วย Loannis Hatzilygeroudis et al. (2014) และ Javier del Olmo-Munoz et at. (2020) สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเพื่อใช้ในการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วีระพงษ์ จันทรเสนา และมานิตย์ อาษานอก (2566) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อลดลำดับขั้นตอนการทำงานได้ดีกว่าการเรียนรู้ตามรูปแบบเดิม

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การจัดการเรียนรู้โดยด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหา หรือสถานการณ์เป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากรู้ และสนใจที่จะศึกษาปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหาเรื่องสมบัติของวัสดุโดยสื่อสารปัญหาผ่านภาพสถานการณ์ในเรื่องสมบัติของวัสดุ โดยนักเรียนจะได้เขียนโปรแกรม มีการทำงานภายใต้เงื่อนไขการทำงานแบบวนซ้ำ และการแก้ปัญหาการทำงานของโปรแกรม โดยครูควรอธิบายภาพสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฟังเพิ่มเติม และให้นักเรียนได้ร่วมมือกันวิเคราะห์ปัญหาด้วยกระบวนการกลุ่ม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้โดยด้วยสื่อบอร์ดเกม Unplugged Coding ควรศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเน้นองค์ประกอบที่ 1 การแยกปัญหา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียน มีระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณน้อยกว่าองค์ประกอบอื่น และองค์ประกอบที่ 4 การออกแบบขั้นตอน โดยการเพิ่มการปรับปรุงชิ้นงานหรือความคิดใหม่เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระดับการถ่ายโอนทักษะการคิดเชิงคำนวณในระดับ 6 การถ่ายโอนแบบสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเพิ่มให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและปัจจัยของการทำงานแบบร่วมมือของนักเรียนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กัลยา โสภณพณิช. (ผู้บรรยาย). (10 พฤศจิกายน 2562). นโยบายการศึกษาเพื่อการพัฒนาประเทศ. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชยการ คีรีรัตน์. (2562). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา. วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 47(2), 31-47.

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2561). เรียนรู้และใช้งาน micro: bit บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์เมนต์.

เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2539). ระเบียบวิธีวิจัย. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

มาโนชญ์ แสงศิริ. (2561). Blockly เครื่องมือสอนเขียนโปรแกรม. [ออนไลน์], แหล่งที่มา : http://scimath.org/article-technology/item/8652-blockly/ {25 กรกฎาคม 2566}

ฤดีรัตน์ แป้งหอม, สพลณพัทร์ ศรีแสนยงค์, และสฎายุ ธีระวณิชตระกูล. (2559). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 18(4), 278-293.

วีระพงษ์ จันทรเสนา, และมานิตย์ อาษานอก. (2566). ผลการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้โปรแกรมเชิงจินตภาพที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารการบริหารนิติบุคคลและนวัตกรรมท้องถิ่น. 6(2) 1-13.

ศรายุทธ ดวงจันทร์. (2561). ผลการใช้แนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์ข้อมูลและคาดการณ์เทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. (2560). บทวิเคราะห์การจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยประจำปี 2017-2018 โดย World Economic Forum: WEF. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: http://sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=2&news_id=250&. {25 กรกฎาคม 2566}

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ). [ออนไลน์], แหล่งที่มา: http://oho.ipst.ac.th/cs-curriculum-teacher-guide/ {25 กรกฎาคม 2566}

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). สมรรถนะการศึกษาไทยในเวทีสากล ปี 2561 (IMD 2018). กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี่.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์.

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์. (2559). ถอดรหัสการสอนสะเต็ม. สงขลา: นาศิลป์โฆษณา.

Barefoot, C.A.S. (2014). What is computational thinking. [Online], from : https://www.barefootcomputing.org/homelearning. {July 31, 2020}

Bati, K., Yetişir, M.I., Çalişkan, I., Güneş, G., & Saçan E.G. (2018). Teaching the concept of time: A steam-based program on computational thinking in science education. Cogent Education, 5, 1507306.

Code.org. (2015). Computational thinking. [Online], from : https://code.org/curriculum/course3/1/Teacher. {July 31, 2020}

Haskell, R.E. (2000). Cognition and instruction. San Diego, CA: Academic.

Hatzilygeroudis, I., Grivokostopoulou, F., & Perikos, I. (2012, August). Using game-based learning in teaching CS algorithms. In IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE). Hong Kong: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

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

Ling, U.L., Saibin, T.C., Naharu, N., Labadin, J., & Aziz, N.A. (2018). An evaluation tool to measure computational thinking skills: Pilot investigation. The national academy of managerial staff of culture and arts herald.

Matsumoto, P.S., & Jiankang Cao. (2017). The development of computational thinking in a high school chemistry course. Journal of chemical Education, 94, 1217-1224.

Maryam, S., Azman, S., Arsat, M., & Mohamed, H. (12-14 Dec. 2017). The framework for the integration of computational thinking in ideation process, In 2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) (pp.61-65). China: Hong Kong.

NGSS Lead State. (2013). Next generation science standards: For state, by state. [Online], from: http://epsc.wustl.edu/seismology/book/presentations/2014_Promotion/NGSS_2013.pdf {July 31, 2020}

Patton, E.W., Tissenbaum, M., & Harunani, F. (2019). MIT app inventor: Objectives, design, and development. Computational Thinking Education Springer, 19(5), 31-49.

Peel, A., Sadler, T.D., & Friedrichsen, P. (2019). Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations. J Res Sci Teach, 56, 983-1007.

Rozali, N.F., Zaid, N.M., Noor, N.M., & Ibrahim, N.H. (2018). Developing a unified model of teaching computational thinking. Proc.of the IEEE 10th Internationnal Conference on Engineering Education, 8-9, 223-228.

Rodriguez, B.R. (2015). Assessing computational thinking in computer science unplugged activities (Master's thesis). Colorado School of Mines.

Selby, C. (2015). Relationships: Computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom's Taxonomy. In The 10th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (pp. 80-87), United Kingdom.

The International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA). (2011). Operational definition of computational thinking for K-12 education. [Online], from : https://www.iste.org/explore/Solutions/Computational-thinking-for-all. {July 31, 2020}

Wing, J.M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-36.Wing, J.M. (2010). Computational thinking: What and why?. Retrieved July 31, 2020, from http://www.urces/TheLinkWing.pdf {July 31, 2020}