

การพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 The Development of Pattern recognition and Algorithm Design Skills by Using Unplugged Game Activities on Living Things Lesson of Grade 2 Students

ลักษิกา จาเลิศ* และ สุรีย์พร สว่างเมฆ

Laksika Jalerd* and Sureeporn Sawangmek

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

Science Education, Faculty of Education, Naresuan University

* Corresponding author, E-mail: laksikaj62@nu.ac.th โทร. 091-3951553

วันที่ส่งบทความ 4 เมษายน 2564 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 27 เมษายน 2564

วันที่ตอบรับบทความ 3 พฤษภาคม 2564 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 มกราคม 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้และผลการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบ และทักษะการออกแบบอัลกอริทึมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 11 คน ใน โรงเรียน ขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดแพร่ โดยทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ 2) แบบบันทึกการสะท้อน ผลการจัดการเรียนรู้ 3) ใบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ และ 4) แบบทดสอบทักษะการจดจำ รูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึม ดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ ด้วยการ ตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการและด้านแหล่งข้อมูล

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์นั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการใช้ตัวอย่างจริงที่เกี่ยวข้อง กับสิ่งมีชีวิตที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียน และการใช้คำถามที่นักเรียนสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์ เดิมมาใช้ การค้นหารูปแบบของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างที่ให้ 2) ชี้นกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการจัดการกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ โดยเกมด่านที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชดอก และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีการกำหนดจำนวนครั้งในการรวบรวมข้อมูล ให้ถูกต้องเพื่อให้เด็กนักเรียนมีการพิจารณาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ผิดพลาดก่อนหน้านี้ นำไปสู่การเก็บรวบรวม ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด ในด่านที่ 2 เป็นกิจกรรมกลุ่มที่สมาชิกมีการร่วมแลกเปลี่ยนข้อมูลที่รวบรวมได้ แล้วพิจารณาเปรียบเทียบรูปแบบของข้อมูลที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กัน และสรุปเป็นรูปแบบข้อมูลของกลุ่มตัวเอง เกิดการ จดจำรูปแบบของข้อมูลและสามารถนำรูปแบบของข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้นไปสรุปรูปแบบลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชดอก และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีรูปแบบของข้อมูลเหมือนกัน ได้ 3) ชี้นขยายความรู้ เป็นการจัดการกิจกรรมด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในด่านที่ 3 โดยมีการสร้างความเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมด้วยการอธิบายขั้นตอนและตรวจสอบผลลัพธ์ในการแสดงผังลำดับขั้นตอนการทำงานและการเขียนโปรแกรมแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์ในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมตามสถานการณ์ที่กำหนด และให้นักเรียน

ใช้หุ่นยนต์ Qobo ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่เขียนขึ้น 4) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปรูปแบบของข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชดอก และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากการเล่นเกมที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ผ่านการอภิปรายโดยใช้คำถามกระตุ้นความคิด และผลการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึม พบว่า ทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมจากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมระหว่างวงจรปฏิบัติการด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ทั้ง 3 วงจรอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แบบทดสอบทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมที่พบว่า ทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนมีระดับสูงขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีมาก

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ทักษะการจดจำรูปแบบ ทักษะการออกแบบ อัลกอริทึม สิ่งมีชีวิต

Abstract

The research aimed to study the development of pattern recognition and algorithm design skills by using unplugged game activities on living things lesson of grade 2 students. The participants were 11 grade 2 students in Academic Year 2020 at an Opportunity Expansion school in Phrae province. The research instruments consisted of 1) the lesson plans with unplugged game activities 2) reflecting forms of learning management 3) worksheets of unplugged game activities, and 4) tests of pattern recognition and algorithm design skills. 3 operational action research cycles were implemented. The data were analyzed by using content analysis and reliability of the research results was tested with triangulation of the research methods and the data sources.

It was found that learning management guidelines by using unplugged game activities consisted of 4 steps which were 1) Presentation step to stimulate the interest of students before studying by using real examples relating to the organisms found in the daily life of students and using questions which students must use their prior knowledge or experiences to search for information relevant to the given examples, 2) Practice step to play the unplugged game activities of Stage 1, which is a collection of information about different aspects of living things, cycles of flowering plants and what is necessary for the growth of plants by setting the correct number of attempts to collect information. So, the students can consider the available information and analyze previous errors that will lead them to the most accurate data collection. Stage 2 was a group activity where members exchanged various types of information of living organisms, the cycles of flowering plants and what is necessary for the growth of plants to consider and compare patterns of repetitive data. Students could summarize in their own group information models to demonstrate their recognized patterns of information and could use the patterns of information that occurred to summarize different types of patterns of living organisms, the cycle of flowering plants and what is necessary for the growth of plants in other examples with the same data format. 3) Elaboration step was when the students played the

unplugged game activities in Stage 3. Understanding the steps was achieved by participating in the activities with explanation of the steps to take and checking of the results in the flow chart display and unplugged programming during the activities based on a given situation. Finally, the Qobo robot was used to detect errors in the programs that had been written. 4) Conclusion steps was when students collectively summarized the patterns of information about different aspects of living organisms, the cycles of flowering plants and what is necessary for the growth obtained from playing unplugged games activities through discussion using thought-provoking questions as well as the resulting development of pattern recognition and algorithm design skills. It was found that pattern recognition skills and algorithm design from the analysis of activity sheets during all of the 3 operational action research cycles with unplugged games activities at a very good level. This finding was consistent with the test results of pattern recognition skills and algorithm design which indicated that students was at a higher level, from a fair level to a very good level.

Keywords: *Unplugged Games Activities, Pattern Recognition Skills, Algorithm Design Skill, Living Organisms*

Abstract

The research aims to study the development of pattern recognition and algorithm design skills by using unplugged game activities on living things lesson of grade 2 students. The participants were 11 grade 2 students in academic year 2020 at Opportunity expansion school in Phrae province. The research instruments consisted of 1) the lesson plans with unplugged game activities 2) reflecting form of leaning management 3) worksheets of unplugged game activities, and 4) test of pattern recognition and algorithm design skills. Conducted research by using 3 operational research cycles, the data was analyzed by using content analysis and the methodology and source of information triangulation for credibility of research results. The results of this research found that learning management guidelines by using unplugged game activities consists of 4 steps which are 1) presentation step was stimulating the interest of students before studying by using real examples relating to the organisms found in the daily life of students and using questions that students can bring to their prior knowledge or experiences for leading to the search for forms of information relevant to the given sample. 2) Practice step, the students play the unplugged game activities in stage 1, which is a collection of information about different aspects of living things, cycle of flowering plants and what is necessary for the growth of plants by setting the correct number of attempts to collect information. So, the students can consider the information and analyze previous errors for leading to the most accurate data collection. Stage 2, it is a group activity where members exchange various types of information of living organisms, the cycle of flowering plants and what is necessary for the growth of plants to consider and compare patterns of repetitive data. Students can summarize

in their own group information model and able to recognize patterns of information and be able to use the patterns of information that occur to summarize different types of patterns of living organisms, the cycle of flowering plants and what is necessary for the growth of plants in other examples has the same data format. 3) Elaboration step, the students play the unplugged game activities in stage 3, there is explained the steps and checking the results in the flow chart display and unplugged programming during the performance of activities according to a given situation for giving students a better understanding of the steps of the activity. The is the Qobo robot is used to detect errors in the programs that are written. 4) Conclusion steps, students collectively summarize patterns of information about different aspects of living organisms, the cycle of flowering plants and what is necessary for the growth that obtain from play unplugged games activities through discussion using thought-provoking questions. The result of development of pattern recognition and algorithm design skills found that pattern recognition skills and algorithm design from the analysis of activity sheets during the all of 3 operational research cycles with unplugged games activities at a very good level that consistent with the test results found that pattern recognition skills and algorithm design of students had a higher level from a fair level to a very good level.

Keywords: unplugged games activities, pattern recognition skills, algorithm design skill, living organisms

บทนำ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (computational thinking: CT) เป็นหนึ่งในสาระสำคัญของวิชาวิทยาการคำนวณ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจการใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยมีองค์ประกอบอยู่ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ คือ การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย (decomposition) การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (pattern recognition) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (abstraction) และ การออกแบบอัลกอริทึม (algorithms) ซึ่งถือเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้สามารถปรับตัวได้ทันกับการเปลี่ยนแปลงในยุคดิจิทัล ที่เน้นการสร้างสรค์นวัตกรรมเพื่อการแข่งขัน เน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผลอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในสาขาวิชาอื่น ๆ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2562, น. 17)

อย่างไรก็ตาม จากรายงานโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเทียบกับนานาชาติ (TIMSS) ด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า สำหรับประเทศไทยนั้นทำคะแนนได้ดีในด้านความรู้ แต่ทำคะแนนได้ไม่ดีในด้านการประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับทิศนา แคมมณี (2562) ที่พบว่า การจัดการศึกษาแบบเดิมทำให้ผู้เรียนขาดความสามารถในการคิด ขาดทักษะในการคิดที่ซับซ้อน จึงไม่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของ

ผู้วิจัยที่ผ่านในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว ที่นักเรียนต้องเปรียบเทียบลักษณะของสินค้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้และนำรูปแบบของสินค้านั้นมาจัดให้เป็นหมวดหมู่ พบว่า นักเรียนร้อยละ 72.72 ไม่สามารถจดจำรูปแบบความแตกต่างหรือลักษณะเฉพาะของสินค้าที่กำหนดให้และไม่สามารถเปรียบเทียบและอธิบายลักษณะของสินค้าที่มีลักษณะเฉพาะที่เหมือนกันได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนต้องพัฒนาทักษะการจำจากรูปแบบเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่เหมือนกัน นอกจากนั้น เมื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยกำหนดสถานการณ์แปลงเกษตรของโรงเรียนแห่งหนึ่งที่มีพื้นที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชในแต่ละแปลงแตกต่างกันแล้วให้นักเรียนเขียนสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละแปลงเป็นแผนภาพแสดงขั้นตอนสั้น ๆ และระบุขั้นตอนหรือวิธีการแก้ไขปัญหาเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้นนั้น นักเรียนร้อยละ 81.81 กลับไม่สามารถแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ไขตามที่กำหนดได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังต้องการการส่งเสริมทักษะการออกแบบอัลกอริทึมในการแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างง่ายที่มีลำดับวิธีการที่ชัดเจน เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายในรายวิชาวิทยาการคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่กำหนดให้นักเรียนสามารถแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานหรือการแก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ภาพ สัญลักษณ์หรือข้อความเขียนโปรแกรมอย่างง่ายโดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.] (2560) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมในการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นว่า นักเรียนควรได้ลองเขียนโปรแกรม โดยให้มีการเคลื่อนไหวทางกายภาพ เช่น การเดินหรือออกแบบ พื้นที่ห้องเรียนให้เหมือนในหนังสือ ให้เด็กเขียนโปรแกรมเดินตามด้วยบัตรคำสั่ง เด็ก ๆ จะรู้ว่าสิ่งที่นักเรียนเขียนลงกระดาษมีผลจริงและจับต้องได้ เรียกว่า การเรียนรู้แบบ unplugged (สสวท. 2560) ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมทางการศึกษาที่มีองค์ประกอบของเกม เช่น กลไก ความท้าทาย และเป้าหมายในชีวิตจริงมาใช้เพื่อเสริมการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพการแก้ปัญหาแบบซับซ้อนของนักเรียนได้ (Ifenthaler, 2014) โดยองค์ประกอบของเกมเหล่านี้พบว่า สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบ อัลกอริทึม เนื่องจากในการเล่นจะต้องเข้าใจถึงรูปแบบและลักษณะของเกม และต้องหาขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนตามความท้าทายและเป้าหมายภายในเกม ดังงานวิจัยของ Jaguš, Krzic, Gledec, Grgić, and Bojic (2018) ที่ได้พัฒนากิจกรรมที่ใช้เกมเป็นหลักเพื่อสอนทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยได้ออกแบบเกมสำหรับเด็กเช่น Battleship และ Packman โดยใช้ดินสอและกระดาษในการทำกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ โดยการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานบนกระดาษและนักเรียนดำเนินการโดยมีนักเรียนผู้เล่นสองคน นักเรียนคนหนึ่งรับบทบาท “โปรแกรมเมอร์” ในขณะที่นักเรียนอีกคนหนึ่งเป็น “หุ่นยนต์” โปรแกรมเมอร์จะเขียนโค้ดเพื่อให้โปรแกรมเสร็จสมบูรณ์ในขณะที่หุ่นยนต์จะปฏิบัติตามคำสั่งที่เป็นลายลักษณ์อักษรจากโปรแกรมเมอร์

จากที่กล่าวมาในข้างต้นนั้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและการออกแบบอัลกอริทึมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทักษะการจดจำรูปแบบ (Pattern recognition skill) หมายถึง ความสามารถในการสังเกต รวบรวมเปรียบเทียบและสรุปรูปแบบของข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต สิ่งที่เป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และวัฏจักรของพืชดอกที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของข้อมูล แล้วสามารถนำรูปแบบของข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบและสรุปรูปแบบของชุดตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีรูปแบบเหมือนกันได้

ทักษะการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm design skill) หมายถึง ความสามารถในการแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างง่ายโดยใช้ข้อความที่กำหนดให้มาแสดงลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจน สามารถแสดงโปรแกรมการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์อย่างง่ายโดยใช้สัญลักษณ์ในกิจกรรมเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์และตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมจากการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ในสถานการณ์ที่ต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต สิ่งที่เป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และวัฏจักรของพืช

กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ (Unplugged-game activities) หมายถึง กระบวนการในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนนำกิจกรรมการเล่นเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปแบบของลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืช และสิ่งที่เป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยรูปแบบของกิจกรรมการเล่นเกมที่ใช่คอมพิวเตอร์นี้จะช่วยพัฒนาการจดจำรูปแบบ และการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียนด้วยการใช้ตัวอย่างในชีวิตจริงของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืช และสิ่งที่เป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และการใช้คำถามที่นักเรียนสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกันมาตอบเพื่อนำไปสู่การค้นหารูปแบบของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างที่ให้
2. ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ในด้านที่ 1 ที่จะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืช และสิ่งที่เป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และด้านที่ 2 ที่ต้องนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลของกลุ่มอื่น ๆ แล้วสรุปเป็นรูปแบบของข้อมูล แล้วนำรูปแบบข้อมูลที่ได้ไปมาพิจารณา เปรียบเทียบและสรุปรูปแบบข้อมูลของชุดตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีรูปแบบของข้อมูลเหมือนกันได้
3. ขั้นขยายความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ในด้านที่ 3 ที่ให้นักเรียนออกแบบอัลกอริทึมโดยการแสดงผังลำดับขั้นตอนการทำงานและการเขียนโปรแกรมการทำงานอย่างง่ายด้วยกระดานกิจกรรม บัตรคำสั่งแสดงคำสั่ง บัตรสัญลักษณ์ลูกศรที่ใช้แทนคำสั่งปฏิบัติงานและแผ่นตารางสำหรับเรียงบัตรสัญลักษณ์ลูกศรเพื่อปฏิบัติงานตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดให้มีการนำหุ่นยนต์ Qobo มาใช้ปฏิบัติงานตามโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม
4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปรูปแบบของข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืช และสิ่งที่เป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากการเล่นเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ผ่านการอภิปรายโดยใช้คำถามกระตุ้นความคิด

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ผู้วิจัยได้นำหลักการและขั้นตอนการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis, 1988 และ Schmuck, 2008 (อ้างอิงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152)

มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยมีรูปแบบการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการ (PAOR) 4 ขั้นตอน คือ วางแผน ลงมือปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนผล มีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ในโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดแพร่ จำนวน 11 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ต้องการพัฒนาเกี่ยวกับทักษะการจดจำรูปแบบและการออกแบบอัลกอริทึมร่วมกับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นขยายความรู้ และ ขั้นสรุป จำนวน 3 แผน ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องโปรแกรมหุ่นยนต์ปฏิบัติงานสำรวจสิ่งมีชีวิต แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโปรแกรมบันทึกวิถีชีวิตของพืช และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องโปรแกรมหุ่นยนต์ผู้ช่วยดูแลสิ่งที่เป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช จำนวน 12 ชั่วโมง มีผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88

1.2 แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีการสะท้อนผลในประเด็นดังนี้ ข้อดี สภาพปัญหาที่พบ และข้อที่ควรปรับปรุงในแต่ละขั้น การจัดการเรียนรู้รวมทั้ง 3 แผน มีผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

1.3 ใบกิจกรรมจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิต โดยมีอยู่ทั้งหมด 3 กิจกรรม ซึ่งเป็นชิ้นงานที่นักเรียนสรุปรูปแบบของข้อมูลที่ศึกษา แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานโดยใช้ข้อความที่กำหนดให้มาเรียงลำดับคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจน แสดงโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ภายใต้กติกาที่กำหนดไว้ โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลและการตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูล โดยมีผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) ผ่านจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเท่ากับ 1.00

1.4 แบบทดสอบทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึม โดยมีข้อคำถามแบบอัตนัยเต็มคำตอบ 12 ข้อ โดยใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ 45 นาที โดยมีผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence หรือ IOC) ผ่านจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเท่ากับ 1.00

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้เข้าร่วมวิจัย โดยเริ่มจากทำงานทดสอบก่อนเรียน และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิต จำนวน 3 แผน รวม 12 ชั่วโมง โดยได้ดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ PAOR ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการและทำการทดสอบหลังเรียน



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิจัยมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. แบบบันทึกการสะท้อนผล วิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิต จากผลการสะท้อนโดยผู้วิจัยและครูประจำการที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ด้วยงานวิจัยเชิงคุณภาพจากการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation)

2. ใบกิจกรรมจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิต โดยวิเคราะห์ทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนที่เกิดขึ้นขณะจัดการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม และแบบทดสอบทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึม เป็นการวิเคราะห์ทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยการตรวจให้คะแนนใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Scoring Rubric ที่ปรับมาจากเกณฑ์การประเมินอัลกอริทึมตามคู่มือ การใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระเทคโนโลยี วิทยาการคำนวณ ระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา (2560) โดยประเมินแบบภาพรวม 4 ระดับดังนี้ คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 75 อยู่ในระดับดีมากคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 51-74 อยู่ในระดับดีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 26 - 50 อยู่ในระดับพอใช้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 25 อยู่ในระดับปรับปรุง ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method triangulation)

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์หาข้อมูลของการศึกษาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและการออกแบบอัลกอริทึมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิต ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและการออกแบบอัลกอริทึม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการเรียนรู้ จากนั้นใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละวงรอบ แล้วสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชื่นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ตัวอย่างจริงที่พบในชีวิตของนักเรียน และการใช้คำถามที่นักเรียนสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับ

ลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืช และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการตอบคำถาม และคิดหาคำตอบ และค้นหาความจริงที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่การค้นหารูปแบบของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างที่ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ในด้านที่ 1 ที่จะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืช และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีกำหนดจำนวนครั้งในการแก้ไขข้อมูลที่รวบรวมที่กำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้พิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ผิดพลาดก่อนหน้านี้ เพื่อนำไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความเป็นไปได้อย่างมากที่สุดที่ถูกต้อง โดยจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการแก้ไขข้อมูลอยู่ที่ 3 ครั้ง นักเรียนจึงเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์



ภาพ ก



ภาพ ข

รูปที่ 2 กิจกรรมเกมที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ด้านที่ 1 ภาพ ก ตัวอย่างกิจกรรมการรวบรวมข้อมูล, ภาพ ข ตัวอย่างใบกิจกรรมการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในระดับดีมาก ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ในด้านที่ 2 จะต้องนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมของทุกกลุ่มมาพิจารณา เปรียบเทียบข้อมูล แล้วสรุปเป็นรูปแบบของข้อมูลและนำรูปแบบข้อมูลที่ได้ไปมาพิจารณา เปรียบเทียบและสรุปรูปแบบข้อมูลของชุดตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีรูปแบบของข้อมูลเหมือนกันได้ โดยการใช้กิจกรรมกลุ่มที่สมาชิกมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการพิจารณา รูปแบบของข้อมูลที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันจากการแบ่งปันรูปแบบข้อมูล แล้วแต่ละกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีโอกาสดูแลเปลี่ยนความคิดเห็นกัน แล้วสรุปเป็นรูปแบบของลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชและสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชของกลุ่มตัวเอง และนำรูปแบบข้อมูลที่ได้ไปมาเปรียบเทียบและสรุปรูปแบบของชุดตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีรูปแบบของข้อมูลเหมือนกันได้



ภาพ ก



ภาพ ข



ภาพ ค

รูปที่ 3 กิจกรรมเกมในด้านที่ 2 การสรุปรูปแบบของข้อมูล ภาพ ก ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ภาพ ข ตัวอย่างใบกิจกรรมสรุปรูปแบบของข้อมูลเกี่ยวกับระยะการเจริญเติบโตของพืชดอกในระดับดีมาก และ ภาพ ค ตัวอย่างใบกิจกรรมการสรุปรูปแบบของชุดตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีรูปแบบของข้อมูลเหมือนกันได้ในระดับดีมาก ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 3 ขันขยายความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมด้วยเกมที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ในด้านที่ 3 ที่ให้นักเรียนออกแบบอัลกอริทึม โดยจะมีการอธิบายขั้นตอนและตรวจสอบผลลัพธ์ในการแสดงผังลำดับขั้นตอนการทำงานและการเขียนโปรแกรมในระหว่างการทำกิจกรรมตามสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมมากขึ้น เกิดความถูกต้องในการทำกิจกรรม



ภาพ ก



ภาพ ข

รูปที่ 4 กิจกรรมการออกแบบอัลกอริทึม ภาพ ก ตัวอย่างกิจกรรมการแสดงผังลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์ในระดับดีมาก ภาพ ข ตัวอย่างกิจกรรมการเขียนโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ในระดับดีมาก ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

และมีการใช้หุ่นยนต์ Qobo เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่เขียนขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจกลไกการทำงานของโปรแกรมมากขึ้น พร้อมทั้งมีการใช้คำถามและการชี้แนะทางในการสังเกตการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นความผิดพลาดของโปรแกรมของกลุ่มตัวเอง

ลักขิกา จาเลิศ* และ สุรีย์พร สว่างเมฆ (2566) การพัฒนาทักษะการจัดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต, 17(1),162-178



ภาพ ก

ใบกิจกรรมตอนที่ 3 "หุ่นยนต์บุกดิน"

กลุ่มที่ 1

ชื่อ-นามสกุล : 1 และ 2

คำชี้แจง : 1. จากกิจกรรมตอนที่ 1 และ 2 แล้วกลุ่มใดได้ผลงานที่ดีที่สุด? 2. ผลงานที่ดีที่สุดของใคร?

1) โปรแกรมของใครสามารถปฏิบัติได้? ☒ ถูกต้อง ☐ ไม่ถูกต้อง

2) โปรแกรมของใครได้ผลดีที่สุด?

บันทึกผลการสังเกตและประเมินผลของครูผู้สอน

1	2	3	4
5	6	7	8

ภาพ ข

รูปที่ 5 การตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม ภาพ ก แสดงตัวอย่างการนำโปรแกรมที่เขียนมาบ่อนคำสั่งการทำงานของหุ่นยนต์ ภาพ ข การตรวจสอบข้อผิดพลาดจากการทำงานของหุ่นยนต์ตามโปรแกรมที่เขียนไว้ในระดับดีมาก ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปรูปแบบของข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชดอก และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากการเล่นเกมที่ใช้คอมพิวเตอร์ผ่านการอภิปรายโดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบและไตร่ตรอง เน้นถามถึงเหตุผล หลักการ ถามถึงผลลัพธ์หรือผลกระทบต่อนักเรียนที่ได้รับ เพื่อนำไปสู่การสรุปรูปแบบของข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชดอก และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ผลการวิจัยการพัฒนาทักษะการจัดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึม ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการจัดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึม ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบทักษะการจัดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมแล้วนำมาวิเคราะห์ร้อยละของคะแนนแสดงการพัฒนาทักษะการจัดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึม โดยภาพรวมดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงร้อยละของคะแนนทักษะด้านทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์

ทักษะ	ร้อยละของคะแนน				
	ก่อนเรียน	วงจรปฏิบัติการ			หลังเรียน
		1	2	3	
ทักษะการจดจำรูปแบบ					
1. การเปรียบเทียบและสรุปรูปแบบของข้อมูล และนำรูปแบบข้อมูลที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้อมูลอื่น ๆ ที่มีรูปแบบเหมือนกันได้	47.43	93.06	100	100	96.21
ระดับความสามารถทักษะการจดจำรูปแบบ	พอใช้	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
ทักษะการออกแบบอัลกอริทึม					
1. การแสดงผังงานลำดับขั้นตอนการทำงาน	47.73	88.89	91.67	100.00	82.58
2. การเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์ในกิจกรรม	51.52	88.89	100.00	100.00	90.15
3. การตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่เขียนขึ้น	27.27	88.89	100.00	100.00	92.42
ทักษะการออกแบบอัลกอริทึม	42.17	88.89	97.22	100.00	88.38
ระดับความสามารถทักษะการออกแบบอัลกอริทึม	พอใช้	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก

จากตาราง 1 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมที่สูงขึ้นจากแบบทดสอบทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้คือระดับพอใช้ เป็นระดับดีมากตามลำดับ สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนมีระดับสูงขึ้นตั้งแต่วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 คือ ระดับดีมากที่คะแนนร้อยละ 88.89 ระดับดีมากที่คะแนนร้อยละ 91.22 และระดับดีมากที่คะแนนร้อยละ 100 ตามลำดับ

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและการออกแบบอัลกอริทึมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตซึ่งประยุกต์ขั้นตอนการสอนของ Del Olmo-Munoz, Cozar-Gutierrez, and Gonzalez-Calero (2020) และ Hatzilygeroudis, Grivokostopoulou, and Perikos (2012) สามารถอภิปรายผล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ตัวอย่างจริงในชีวิตของนักเรียนและการใช้คำถามที่นักเรียนสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องโดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีการใช้ภาพของหุ่นยนต์ในการเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ที่คล้ายกับสิ่งมีชีวิต ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีการให้นักเรียนสังเกตแฉกของจริงเพื่อดูส่วนประกอบของแฉกเพื่อตอบคำถามว่า ส่วนประกอบนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไรเชื่อมโยงในเรื่องวัฏจักรชีวิตของพืชดอก และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้นักเรียนสังเกตเมล็ดผักบุ้ง ต้นกล้าผักบุ้ง และต้นเต็มวัยของผักบุ้งเพื่อตอบว่า จากเมล็ดไปจนถึงต้นเต็มวัยต้นผักบุ้งต้องอาศัยอะไร

บ้างในการเจริญเติบโตเชื่อมโยงในเรื่องสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการตอบคำถาม และคิดหาคำตอบ และค้นหาความจริงที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่การค้นหารูปแบบของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างที่ให้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hatzilygeroudis et al. (2012) ที่พบว่า การใช้แนวคิดหรือสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยนั้นสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะอำนวยความสะดวกในการสอนทักษะการคิดเชิงคำนวณและสอดคล้องกับเนื้อหาที่จะเรียนในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการจดจำรูปแบบโดยใช้เกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ในด้านที่ 1 นักเรียนจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้สื่อที่ประกอบด้วยกระดานข้อมูลตัวเลือกใบกิจกรรมด้านที่ 1 และบัตรข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชและสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีการกำหนดจำนวนครั้งในการแก้ไขข้อมูลที่รวบรวมที่กำหนดให้ทำให้นักเรียน ได้พิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ผิดพลาดก่อนหน้านี้ เพื่อนำไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดที่จะถูกต้อง สอดคล้องกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (2563) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ทางด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณนั้นควรเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเองโดยใช้เกมเป็นฐาน มีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนพยายามที่จะทำให้บรรลุตามเป้าหมาย ให้นักเรียนเรียนรู้จากความผิดพลาดซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการจดจำได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

นอกจากนั้น การใช้กิจกรรมกลุ่มที่สมาชิกมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการพิจารณารูปแบบข้อมูลที่ได้จากการแบ่งปันข้อมูลที่รวบรวมได้จากกิจกรรมในด้านที่ 1 ของแต่ละกลุ่มที่พบว่า มีข้อมูลที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กัน นำไปสู่การสรุปรูปแบบของกลุ่มตัวเอง และนำรูปแบบข้อมูลที่ได้ไปมาเปรียบเทียบ และสรุปแบบของชุดตัวอย่างอื่น ๆ ที่มีรูปแบบของข้อมูลเหมือนกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Charinthorn (2019) ที่พบว่า ปัจจัยหนึ่งที่มีความเชื่อมโยงกับการพัฒนาทักษะย่อยของทักษะการคิดเชิงคำนวณนั้น คือ ความสามารถในการทำงานร่วมกัน ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถในการสื่อสารระหว่างการทำงานร่วมกัน ความสามารถในการให้ความร่วมมือระหว่างการทำงานร่วมกัน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างการทำงานร่วมกัน ซึ่งทักษะเหล่านี้มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ขั้นที่ 3 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมทักษะการออกแบบอัลกอริทึมโดยนักเรียนจะเล่นเกมในด้านที่ 3 ตอนที่ 1 นักเรียนจะได้รับกระดานสำหรับวางแผนงานและบัตรคำแสดงขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาออกแบบผังลำดับขั้นตอนการทำงานที่สามารถปรับแก้ไขจนได้ผังลำดับขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง และตอนที่ 2 ให้นักเรียน เขียนโปรแกรมแบบไม่ใช่คอมพิวเตอร์โดยใช้บัตรลูกศรเป็นสัญลักษณ์แทนชุดคำสั่งปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ และแผ่นตารางในการวางโปรแกรม ซึ่งในระหว่างการทำกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้รับการอธิบายขั้นตอนและตรวจสอบผลลัพธ์ในระหว่างการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมมากขึ้น เกิดความถูกต้องในการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Leifheit, Jabs, Ninaus, Moeller, and Ostermann (2018) ที่พบว่า ในการปฏิบัติกิจกรรมที่มีเงื่อนไขการทำงานที่ซับซ้อน ควรมีการอธิบายและแบ่งกิจกรรมย่อยในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมให้ชัดเจน มีการตรวจสอบความถูกต้องของกิจกรรมย่อยเพื่อให้ครูสามารถประเมินประสิทธิภาพของนักเรียนได้ง่ายขึ้นจากการสังเกตคะแนนที่ได้ในการทำกิจกรรมย่อยนั้น ๆ ซึ่งการใช้สื่อแบบไม่ใช่คอมพิวเตอร์โดยมีตัวเลือกให้นักเรียนได้เลือกไปใช้นั้น ช่วยให้นักเรียนทำงานได้รวดเร็วและง่ายในการแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานและการเขียนโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Jagust et al. (2018) ที่พบว่า การเรียนรู้ทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านเกมหรือใช้วัตถุที่จับต้องได้สามารถปรับปรุงแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนต้น ซึ่งผลสุดท้ายนำไปสู่ผลการทดสอบทางด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ดีขึ้นและมีการใช้หุ่นยนต์ Qobo ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ที่ปฏิบัติงานตามบัตรโปรแกรมคำสั่ง Qobo อย่างง่าย เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่เขียนขึ้นจากแผนผังงานที่ออกแบบ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจกลไกการทำงานของ

โปรแกรมมากขึ้น รวมถึงการใช้คำถามและการชี้แนวทางในการสังเกตการทำงานของหุ่นยนต์นั้นทำให้นักเรียนสังเกตเห็นความผิดพลาดของโปรแกรมของกลุ่มตัวเองได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรภรณ์ จารุพันธ์ (2019) ที่พบว่า การใช้หุ่นยนต์มาร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้น ในการปฏิบัติงาน มีการพัฒนากระบวนการคิด การจัดลำดับการทำงาน และการแก้ปัญหาที่ขึ้นตามลำดับชุดกิจกรรม นักเรียนเข้าใจกระบวนการคิดเชิงตรรกะและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากขึ้น เมื่อนักเรียนปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนสามารถทำให้นักเรียนปฏิบัติงานได้ไวขึ้นและถูกต้องมากขึ้น

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปรูปแบบของข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชดอก และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากการเล่นเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ผ่านการอภิปรายโดยใช้คำถาม กระตุ้นความคิดซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่เน้นถามถึงเหตุผล หลักการ ผลลัพธ์หรือผลกระทบที่จะเกิดขึ้น รวมไปถึงบทเรียนที่ได้รับ ทำให้นักเรียนสามารถสรุปรูปแบบของข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของพืชดอก และสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ บุญชนก ธรรมวงศา (2018) ที่กล่าวว่า การตั้งคำถามปลายเปิด นอกจากกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบขณะเดียวกันก็สะกิดเตือนให้พวกเขาไตร่ตรองวิธีคิดของตนได้อย่างมีเหตุผล ประสพการณ์ที่พยายามคิดหาวิธีการหรือคิดวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นจะช่วยให้เติบโตทางความคิดที่ละเอียดละน้อยไปสู่คำตอบที่มีคุณค่า

จากการวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนจากใบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์และแบบทดสอบทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมพบว่า ด้านทักษะการออกแบบอัลกอริทึมในเรื่องของการแสดงผังงานลำดับขั้นตอนการทำงานมีค่าร้อยละของคะแนนหลังเรียนน้อยกว่าค่าร้อยละของคะแนนของวงจรปฏิบัติการในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการใช้กระบวนการกลุ่มที่นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการทำงานร่วมกันและมีการตรวจสอบผลลัพธ์จากการทำงานร่วมกันทำให้สามารถวางแผนผังลำดับขั้นตอนการทำงานได้ถูกต้อง ในขณะที่การทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็นการให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลจึงอาจเกิดความผิดพลาดในการวางแผนลำดับขั้นตอนการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ Jagust et al. (2018) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ โดยมีการทำงานเป็นกลุ่มนั้นช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและอัลกอริทึมได้ดี และสอดคล้องกับวิจัยของ Charinthorn (2019) ที่พบว่า ความสามารถในการทำงานร่วมกัน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความเชื่อมโยงกับการพัฒนาทักษะย่อยของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

เมื่อพิจารณาภาพรวมพบว่า ผลการวิเคราะห์ร้อยละของคะแนนจากใบกิจกรรมระหว่างวงจรปฏิบัติการ ในการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิต ทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนมีระดับสูงขึ้นตั้งแต่วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 ในระดับดีมาก สอดคล้องกับการวิเคราะห์แบบทดสอบทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมพบว่า ทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนมีระดับสูงขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดีมาก โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Del Olmo-Munoz et al. (2020) ที่พบว่า ในระดับประถมศึกษาตอนต้น การพัฒนาองค์ประกอบด้านแนวคิดเชิงคำนวณควรใช้กิจกรรมเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ร่วมกับกิจกรรมที่ใช้คอมพิวเตอร์จะได้ผลที่ดีกว่าการใช้กิจกรรมที่ใช้คอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยพบว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ที่สามารถพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึมสำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้นนั้น ควรใช้

สื่อกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ กระตุ้นการคิด และการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยจำลองการเขียนโปรแกรม
คำสั่งในคอมพิวเตอร์โดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ที่ได้ผลจริงและจับต้องได้ เช่น กระดานปฏิบัติงาน บัตรข้อมูล บัตรคำ
แสดงขั้นตอนการทำงาน ที่สามารถปรับแก้ไขจนได้ผังลำดับขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง บัตรสัญลักษณ์ลูกศรที่ใช้
แทนคำสั่งปฏิบัติงานและแผนตารางสำหรับเรียงบัตรลูกศร ที่ส่งผลให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้สะดวก
และรวดเร็ว มีการใช้หุ่นยนต์ทำงานตามโปรแกรมนำไปสู่การตรวจสอบความผิดพลาดในการทำงานของโปรแกรมที่
เขียนขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการวิจัยนี้พบว่า นักเรียนเกิดการจำจากรูปแบบของข้อมูลได้ดีขึ้นจากการแลกเปลี่ยนข้อมูล
ภายในกลุ่ม และยังพบว่า ด้านทักษะการออกแบบอัลกอริทึมในประเด็นของการวางแผนลำดับขั้นตอนการทำงาน
นั้นร้อยละของคะแนนที่ทำในใบกิจกรรมซึ่งใช้กระบวนการกลุ่มนั้นมีค่าสูงกว่าร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำ
แบบทดสอบซึ่งเป็นการทดสอบรายบุคคล จึงควรมีการศึกษาค้นคว้าของกระบวนการกลุ่มอาจมีบทบาทการพัฒนา
ทักษะการจดจำรูปแบบและทักษะการออกแบบอัลกอริทึม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ ที่ได้ดูแลช่วยเหลือเวลาอันมีค่ามาเป็นปีที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยนี้ และ
กราบขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับ
การทำวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงครอบครัว นิสิตปริญญาโทวิทยาศาสตร์ศึกษารหัส 62 ที่คอยเป็นกำลังใจในการวิจัยให้
ผ่านสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

บรรณานุกรม

- ทศนา แคมมณี (ผู้บรรยาย). (2562). *การบรรยายให้ความรู้แก่ผู้บริหารใหม่ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา
ขั้นพื้นฐานบทบาทใหม่และสมรรถนะสำคัญของผู้บริหารสถานศึกษาในศตวรรษที่ 21* [บันทึก
การถ่ายทอดสด]. นครนายก: ม.ป.ท.
- บุญชนก ธรรมวงศา. (2561). *กระตุ้นให้เด็กคิดวิเคราะห์ ครูต้องเลิกถามว่าเข้าใจไหมและไม่รับเฉลย
คำตอบ*. สืบค้น 10 มีนาคม 2564, จาก <https://thepotential.org/knowledge/teaching-critical-thinking/>
- พัชรภรณ์ จารุพันธ์. (2019). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับหุ่นยนต์ mBot วิชาวิทยาการคำนวณ
เพื่อส่งเสริมการใช้ความคิดเชิงตรรกะและการแก้ปัญหาเชิงระบบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)*,
12(6), 2425-2441.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2563). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิง
คำนวณ โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning). โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงคำนวณโดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning).*
เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015.
กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.*
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2562). *หลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ
ด้านโค้ดดิ้งสู่สังคมดิจิทัลในอนาคต ระดับประถมศึกษา*. (2562). กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่คิดทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์:
จุลติสการพิมพ์.
- Aumgri, Charinthorn. (2019). Computational thinking for preservice teachers in Thailand: A
Confirmatory factor analysis. *Revista ESPACIOS*, 40(29), 12-25.
- Del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J.A. (2020). Computational thinking
through unplugged activities in early years of Primary Education. *Computers &
Education*, 150.
- Hatzilygeroudis, L., Grivokostopoulou, F., Perikos, I. (2012). Using game-based learning in teaching
CS algorithms. In *IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning
for Engineering (TALE) 2012*. Retrieved from file:///C:/Users/ASUS10/Downloads/
TALE2012_GAME.pdf
- Ifenthaler, D., Eseryel, D., & Ge, X. (2012). Assessment for game-based learning. In Ifenthaler, D.,
Eseryel, D., & Ge, X. (Eds.), *Assessment in game-based learning: foundations, innovations,
and perspectives* (pp. 1-8). New York: Springer Science-Business Media.
- Jagušt, T. (2018). Exploring Different Unplugged Game-like Activities for Teaching Computational

- Thinking. 2018 Frontiers in Education Conference.
- Jagušt, T., Krzic, A.S., Gledec, G., Grgić, M., & Bojic, I.(2018). Exploring Different Unplugged Game-like Activities for Teaching Computational Thinking. In 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (p. 1-5). doi: 10.1109/FIE.2018.8659077.
- Leifheit, L., Jabs, J., Ninaus, M., Moeller, K., & Ostermann, K. (2018). Programming Unplugged: An Evaluation of Game-Based Methods for Teaching Computational Thinking in Primary School. In European Conference on Game-Based Learning (ECGBL) 2018. France: Sophia Antipolis.

Translated Thai References

- Jaruphan, P. (2019). The Development of learning activity package with Mbot robot in computing science subject to enhance logical thinking and systematic problem solving for Pratomsuksa 3 students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)*, 12(6), 2425-2441. [in Thai]
- Khammanee, T. (lecturer). (2019). *Lecture to educate new executives of the Office of the Board of Education Fundamentals of new roles and key performances of 21st century school administrators* [live recording]. Nakhonnayok: n.p.
- Kijkuakul, S. (2015). Science Learning Management: Directions for 1st Century 21. Phetchabun: Chuladit Printing House. [in Thai]
- King Mongkut's institute of technology Ladkrabang. (2020). Development of learning management based on computational concepts using game-based learning. *Workshop project on Development of learning management based on computational concepts using game-based learning* Chiang Mai: King Mongkut's institute of technology Ladkrabang. [in Thai]
- Thammawongsa, B. (2018). *Encourage children to think and analyze. Teacher had to stop asking if understood and didn't rush to answer*. Retrieved from Mach 10, 2021, from <https://thepotential.org/knowledge/teaching-critical-thinking/>
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2015). *TIMSS 2015 report*. Bangkok: Author. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2017). *Technology Course Manual (Computational Science)*. Bangkok: The agricultural co-operative federation of Thailand. [in Thai]
- Training courses to promote learning to develop coding skills to digital society in the Elementary school. Bangkok: The digital economy promotion agency. [in Thai]