JRM Journal of Research Methodology

Journal of Research Methodology
Vol. 37 No. 2 (May–August 2024)
ISSN (online) 2697-4835
Research Article https://doi.org/10.14456/jrm.2024.8

Development of A Prototype for Coding Instructional Management to Enhance Systematic Thinking in Elementary School Students: Application of UX Research

Natthapol Jaengaksorn[1] and Pitsanu Rodkomin[2]

Received: April 25, 2024 – Revised: June 24, 2024 – Accepted: June 30, 2024

Abstract

Coding instructional management has been proven effective in enhancing several skills among learners, particularly systematic thinking, which is crucial for careers in the digital age. This research aimed to 1) analyze the experiences and needs of teachers regarding coding instructional management using user experience (UX) research, 2) develop a prototype for coding instructional management designed to enhance systematic thinking based on the results of the UX research, and 3) analyze the effectiveness of the prototype in improving learners' systematic thinking skills, as well as gather perspectives from teachers and students on coding instructional management. The target group included teachers at a school with experience in managing coding instruction at the primary level, and primary students at the same school. Data analysis involved descriptive statistics and content analysis. The results were as follows: Teachers struggled to manage activities that would help students develop products addressing surrounding problems. There was minimal exchange of information regarding learning management among teachers, and the coding instructional management process was unclear. Regarding the needs for coding instructional management, teachers required guidance on introducing concepts and procedures for integrating surrounding problems into learning activities, as well as clear steps for managing learning. Teachers also needed to develop competencies for managing coding instruction. The prototype for coding instruction consisted of four units: Unit 1 focused on analyzing problems and finding solutions, Unit 2 on writing flowcharts, Unit 3 on writing programs to control operations, and Unit 4 on developing artifacts. The entire process lasted 28 periods. After implementing the prototype, students' systematic thinking skills improved. They were able to develop products that could be used to solve surrounding problems. Teachers had a positive attitude toward the prototype, believing it was effective in developing students and could be applied in actual coding instruction. Students also had a positive attitude towards coding instructional management, expressing that they liked and enjoyed the activities.

Keywords: Instructional Management, Coding, UX Research

[1] *Corresponding Author,*
Educational Measurement Evaluation and Research Program, Department of Educational Foundations and Development, Faculty of Education, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
natthapol.j@cmu.ac.th

[2] Elementary Education Program, Department of Curriculum, Teaching and Learning, Faculty of Education, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
pitsanu.r@cmu.ac.th

©2024 The Authors. Published by Department of Educational Research and Psychology, Faculty of Education, Chulalongkorn University. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0.

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย
ปีที่ ๓๗ ฉบับที่ ๒ (พฤษภาคม–สิงหาคม ๒๕๖๗)
ISSN (online) 2697-4835
https://doi.org/10.14456/jrm.2024.8 บทความวิจัย

การพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับประถมศึกษา : การประยุกต์ใช้การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้

ณัฐพล แจ้งอักษร[1] และ พิศณุ รอดโกมิล[2]

รับต้นฉบับ : 25 เมษายน 2567 – รับแก้ไข : 24 มิถุนายน 2567 – ตอบรับตีพิมพ์ : 30 มิถุนายน 2567

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งจะช่วยส่งเสริมทักษะของผู้เรียน หลายด้านโดยเฉพาะการคิดเชิงระบบ ซึ่งการคิดเชิงระบบมีความสำคัญมากในการทำงานและการดำเนินชีวิตในโลกยุคดิจิทัล การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ประสบการณ์และความต้องการจำเป็นของครูในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งโดยใช้การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ 2) พัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนโดยใช้ผลการวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ และ3) วิเคราะห์ผลการใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่มีต่อการคิดเชิงระบบของนักเรียนและความคิดเห็นของครูและนักเรียนที่มีต่อต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง กลุ่มเป้าหมายในการสร้างต้นแบบคือ ครูผู้มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายจำนวน 1 โรงเรียน และกลุ่มเป้าหมายในการนำต้นแบบไปใช้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาในโรงเรียนเดียวกันกับกลุ่มเป้าหมายในการสร้างต้นแบบ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า มิติของครูผู้มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง ครูจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานจากปัญหารอบตัวของนักเรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนครูในการจัดการเรียนรู้ค่อนข้างน้อย และยังคงไม่มีความชัดเจนในการออกแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง สำหรับความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งคือ สร้างเสริมแนวคิดและวิธีปฏิบัติให้ครูในการเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหารอบตัว การลำดับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ และครูต้องการพัฒนาศักยภาพของตนเองในการจัดการเรียนโค้ดดิ้ง สำหรับต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง มีหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไข หน่วยที่ 2 เขียนผังงานการทำงาน หน่วยที่ 3 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน และหน่วยที่ 4 สร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้ชั่วโมงการเรียนรู้ทั้งหมด 28 ชั่วโมง และผลการทดลองใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง นักเรียนมีการคิดเชิงระบบที่ดีขึ้น สามารถออกแบบชิ้นงานที่สะท้อนความคิดเชิงระบบ โดยได้ชิ้นงานที่สามารถนำไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นรอบตัวนักเรียน และครูผู้ใช้ต้นแบบมีอารมณ์เชิงบวกต่อการใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ได้พัฒนาขึ้น เกิดประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งได้จริง และนักเรียนมีอารมณ์เชิงบวกต่อต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งของครู ชื่นชอบและสนุกกับรูปแบบกิจกรรมจากต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้, โค้ดดิ้ง, การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้

[1] *ผู้รับผิดชอบบทความหลัก,*
สาขาวิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา ภาควิชาพื้นฐานและการพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
natthapol.j@cmu.ac.th
[2] สาขาวิชาประถมศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
pitsanu.r@cmu.ac.th

©2567 ลิขสิทธิ์ของผู้แต่ง จัดพิมพ์เผยแพร่โดยภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นบทความที่เข้าถึงได้อย่างเสรีภายใต้เงื่อนไข CC BY-NC-ND 4.0

บทนำ

สังคมปัจจุบันเปลี่ยนจากอนาล็อก (analog) ไปสู่ดิจิทัล (digital) อย่างเต็มรูปแบบ สังเกตได้จากการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาอำนวยความสะดวกและเป็นเสมือนส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิต โลกเดินหน้าเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่เน้นการสร้างมูลค่าเพิ่มและความแปลกใหม่ให้กับผลิตผลทุกประเภท สังคมธุรกิจที่เทคโนโลยีสารสนเทศเข้าไปมีบทบาทอย่างมากในทุกพื้นที่ พลวัตรดังกล่าวประเทศต้องเตรียมความพร้อมทั้งด้านความรู้ ความคิด และทัศนคติให้ประชากรในประเทศได้ดำเนินชีวิตอย่างราบรื่น สามารถทำงานได้อย่างเท่าทันต่อความเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว ซึ่งสังคมดิจิทัลมีลักษณะที่ต่างแตกจากสังคมในอดีตอย่างมาก

โค้ดดิ้งเป็นหนึ่งทักษะที่จำเป็นสำหรับเด็กและเยาวชนรุ่นใหม่ที่จะก้าวสู่ยุคดิจิทัลอย่างเต็มตัว เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีลำดับขั้นตอน และสามารถพัฒนาต่อยอดไปสู่สิ่งต่างๆอย่างสร้างสรรค์ ขั้นตอนของการเขียนโค้ดผู้เรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการวางแผน ฝึกฝนกระบวนการคิดและการลงมือทำอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง ก่อเกิดประโยชน์มากมายกับผู้เรียนในมิติต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การพัฒนาการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการคิดเชิงระบบ โดยการเรียนรู้โค้ดดิ้งจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือการคิดเชิงระบบกระตุ้นการคิดวางแผนการแก้ปัญหาวิเคราะห์ต้นตอของสาเหตุ รวมไปถึงแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการออกแบบการแก้ปัญหา โดยใช้โค้ดดิ้งเป็นเครื่องมือในทุกขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา วางกรอบการดำเนินการเพื่อขจัดปัญหา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและการทำงานของบุคคล (Vasilescu, 2018)

การคิดเชิงระบบ (systems thinking) เป็นแนวคิดที่เป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจและแก้ปัญหาในระบบซับซ้อน (complex systems) และมีพลวัต (dynamics) ผ่านกระบวนการคิดใน 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) คิดลึก เป็นการทำความเข้าถึงรากของปัญหา 2) คิดครบ เป็นการคิดอย่างครบถ้วน ด้วยการมองจากภาพใหญ่ และทำความเข้าใจความสัมพันธ์ และ 3) คิดยาว เป็นการสังเกตและทำความเข้าใจพลวัตของระบบในระยะยาว (Health Systems DDLabs, 2019) การคิดเชิงระบบจึงข้องเกี่ยวกับความเป็นพลวัตหรือการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทุกสิ่งที่สัมพันธ์เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน โดย Arnold and Wade (2017) กล่าวว่า นักเรียนที่มีการคิดเชิงระบบ จะสามารถรับรู้และเข้าใจระบบแบบองค์รวมและแยกย่อย เข้าใจองค์ประกอบในระบบ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในระบบ ปรับเปลี่ยนความรู้เพื่อแก้ไขหรือปรับปรุงการทำงานระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสิ่งดังกล่าวสามารถพัฒนาได้จากการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

แนวทางการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งเริ่มบรรจุในหลักสูตรวิทยาการคำนวณปี 2561 โดยมุ่งหวังให้นักเรียนมีความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต การคิดอย่างเป็นระบบ โดยการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาการคำนวณมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และการรู้เรื่องดิจิทัล เนื้อหาโค้ดดิ้งอยู่ในองค์ประกอบของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ เมื่อทำความเข้าใจและความพร้อมให้กับครูผู้สอนแล้ว เนื้อหาโค้ดดิ้งจะถูกนำมาจัดการเรียนรู้อย่างจริงจัง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งเป็นเรื่องที่ครูและนักเรียนไม่คุ้นเคย จากการค้นหาเอกสารและงานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับหลักการหรือรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนโค้ดดิ้ง

ยังมีจำนวนน้อย ไม่สอดคล้องกับการส่งเสริมของภาครัฐ จึงเป็นปัญหากับผู้ที่สนใจและครูผู้สอนถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่เหมาะสม จากการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับครูที่รับผิดชอบการจัดการเรียนโค้ดดิ้งได้ข้อมูลเบื้องต้นว่า ครูยังมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งไม่ชัดเจน ไม่เข้าใจเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง รวมถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ถูกต้อง ปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งให้ไม่เป็นตามคาดหวัง และไม่บรรจุตามเป้าประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งจำเป็นต้องทำการวิจัยเพื่อศึกษาสภาพที่เกิดขึ้นว่ามีลักษณะอย่างไร วิเคราะห์ประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ในทุกมิติ ลักษณะการจัดการเรียนการสอนโค้ดดิ้งในปัจจุบัน เพื่อนำมาวางแผนพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม

วิธีวิทยาการวิจัยหนึ่งที่เหมาะสมในการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งของครูให้สอดคล้องและอิงความต้องการของครูผู้ใช้คือ การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ เพื่อสร้างต้นแบบที่เกิดจากการวิเคราะห์บริบทพื้นฐาน การมีส่วนร่วมในการออกแบบจนนำมาสู่การพัฒนาเป็นนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้เกิดประโยชน์กับผู้เรียน การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ให้ความสำคัญกับความต้องการ แรงจูงใจ และพฤติกรรมของผู้ใช้ในทุกขั้นตอนของการพัฒนานวัตกรรม กระบวนการพัฒนานวัตกรรมด้วยการวิเคราะห์ประสบการณ์ผู้ใช้จะเป็นการศึกษาผ่านประสบการณ์ของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์/นวัตกรรมที่มุ่งเน้นด้านอารมณ์และประสบการณ์ของการใช้นวัตกรรม โดยให้ความสำคัญกับประสบการณ์ของบุคคลมากกว่าประสิทธิภาพของการใช้งานหรือความสามารถในการเรียนรู้ ดังนั้นนวัตกรรมต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่พัฒนาขึ้นจะตอบโจทย์ความต้องการผู้ใช้อย่างแท้จริง

ความสำคัญในการพัฒนาทักษะของเยาวชนยุคดิจิทัลด้านต่างๆ นโยบายการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะของนักเรียนกลับสวนทางกับความชัดเจนและแนวทางการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับปัจจุบัน การวิจัยครั้งนี้จึงต้องการพัฒนาและออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งเพื่อให้ครูได้มีแนวการปฏิบัติ พัฒนาและต่อยอดการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งให้เกิดประโยชน์กับการเรียนรู้ของนักเรียนสูงที่สุด โดยเน้นการส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ให้นักเรียนมองภาพรวมของระบบโดยคำนึงถึงส่วนประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ เน้นการเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันหรือประเด็นที่นักเรียนคุ้นเคย ช่วยให้เข้าใจภาพรวมของปัญหาและโอกาสที่เกิดขึ้นในมิติต่างๆ เข้าใจความสัมพันธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้น วิเคราะห์โครงสร้างและความเกี่ยวข้องทั้งหมด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาและการออกแบบนวัตกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Meadows, 2008; Senge, 2006)

วัตถุประสงค์วิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ประสบการณ์และความต้องการจำเป็นของครูในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งโดยใช้การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้
2. เพื่อพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียนโดยใช้ผลการวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้
3. เพื่อวิเคราะห์ผลการใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่มีต่อการคิดเชิงระบบของนักเรียนและความคิดเห็นของครูและนักเรียนที่มีต่อต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

ขอบเขตการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งส่งเสริมทักษะและความสามารถที่สำคัญให้กับนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดเชิงระบบ เป็นต้น (Grover & Pea, 2013; Resnick et al., 2009) ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้มุ่งส่งเสริมการคิดเชิงระบบของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นกับนักเรียนในยุคดิจิทัล อีกทั้งการคิดเชิงระบบเชื่อมโยงกับทักษะสามารถด้านอื่นของนักเรียน ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งจะใช้จัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความรู้พื้นฐานการเรียนวิชาวิทยาคำนวนมาแล้ว และคุ้นเคยกับเนื้อหาวิชาโค้ดดิ้งมาพอสมควร

การวิจัยใช้การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ โดยการวิเคราะห์ประสบการณ์ผู้ใช้ครั้งนี้ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในขอบเขต 5 มิติ เพื่อให้เข้าใจ เข้าถึงความรู้สึก ความคิด ของผู้ใช้อย่างลึกซึ้ง ตามการสังเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยของ Hassenzahl and Tractinsk (2006), Kujala et al. (2011) Stern (2014) และ ธนาภา งิ้วทอง (2560) ซึ่ง 5 มิติ ประกอบไปด้วย บทบาท (role) อารมณ์ (emotion) การรับรู้ (perception) เจตคติ (attitude) และพฤติกรรม (behavior)

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 วิเคราะห์ประสบการณ์และความต้องการจำเป็นของครูในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งโดยใช้การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ ระยะที่ 2 พัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยใช้ผลการวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ และระยะที่ 3 วิเคราะห์ผลการใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่มีต่อทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนและความคิดเห็นของครูและนักเรียนที่มีต่อต้นแบบ

การกำหนดพื้นที่วิจัย : โรงเรียนพื้นที่ดำเนินการวิจัย 1 โรงเรียน เพื่อสร้างต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง โดยเกณฑ์การคัดเลือกคือเป็นโรงเรียนที่ให้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง มีความพร้อมในสิ่งสนับสนุนด้านเทคโนโลยีกับนักเรียน มีการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งมาเป็นระยะเวลามากกว่า 2 ปี และประสงค์พัฒนาต่อยอดการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งต่อจากโครงการยกระดับโรงเรียนสู่การเรียนรู้ด้าน Coding, STEM, IoT, และ AI ของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa)

กลุ่มเป้าหมายวิจัย : กลุ่มเป้าหมายในการสร้างต้นแบบ (ผู้ใช้: user) ครั้งนี้คือ ผู้บริหารและครูที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งในวิชาวิทยาการคำนวนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเป้าหมาย โดยเป็นผู้ใช้ในการวิจัยประสบการณ์ และเป็นผู้ใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่จะพัฒนาขึ้น เกณฑ์การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลต้องมีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งในวิชาวิทยาการคำนวน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปีการศึกษา กลุ่มเป้าหมายในการนำต้นแบบไปใช้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนเป้าหมาย

เครื่องมือวิจัยสำหรับกลุ่มเป้าหมายครู : แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จำนวน 1 ฉบับ ที่ใช้สอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์ของครูในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ผ่านมาในทุกมิติ และผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง เป็นการสอบถามประสบการณ์ที่ผ่านมา เช่น “*ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่โรงเรียนจัดขึ้นที่ผ่านมาเป็นอย่างไร*” “*ท่านมีความรู้อย่างไรต่อการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ผ่านมา*” และ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จำนวน 1 ฉบับ หลังการ

ทดลองใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง เช่น "*ท่านคิดว่าบทบาทครูในต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งสู่สังคมดิจิทัลระดับประถมศึกษามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ให้คะแนน 1 ถึง 10 เพราะเหตุใดถึงคิดเช่นนั้น*" "*ท่านเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่ได้จัดให้กับนักเรียนไปเป็นอย่างไร*"

เครื่องมือวิจัยสำหรับกลุ่มเป้าหมายนักเรียน : แบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.3 – 0.6 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.7 และ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหลังการทดลองใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง ระดับชั้นประถมศึกษา ตัวอย่างข้อคำถาม *"หลังการทำกิจกรรมในครั้งนี้ นักเรียนคิดว่ากิจกรรมทั้งหมดสามารถพัฒนาการคิด การกระทำ หรืออารมณ์ความรู้สึกของนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด ให้เลือกสัญลักษณ์ เพราะเหตุใดถึงคิดเช่นนั้น" "นักเรียนเห็นด้วยกับกิจกรรมที่ได้ทำมากน้อยเพียงใด ให้เลือกสัญลักษณ์ เพราะเหตุใดถึงคิดเห็นเช่นนั้น"*

การเก็บรวบรวมข้อมูล : การเก็บรวบรวมข้อมูลระยะที่ 1 ใช้วิธีการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายครู (user) ในมิติหลักตามกรอบการวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ 5 มิติคือ 1) บทบาทของครูตามหน้าที่ที่รับผิดชอบ 2) อารมณ์ของครู ตามความรู้สึกนึกคิด 3) การรับรู้ ความเห็นของครู 4) เจตคติ ความชอบ/ไม่ชอบ และ5)พฤติกรรมของครู *ระยะที่ 2* ใช้วิธีการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากระยะที่ 1 ผนวกกับการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์แลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง *ระยะที่ 3* ใช้วิธีการทดสอบนักเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ และการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายครูและนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล : การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การสังเคราะห์ ลดทอนข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จับประเด็นที่ได้จากการสัมภาษณ์ จัดหมวดหมู่ข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ ใช้สถิติเชิงบรรยาย ในการนำเสนอข้อมูลตามวัตถุประสงค์วิจัย

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสบการณ์ผู้ใช้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งของครูและความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการประสบการณ์ผู้ใช้ ผู้บริหารและครูที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง จำนวน 5 คน เก็บข้อมูลตามกรอบการวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ 5 มิติ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลครูในฐานะผู้ใช้ มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ประสบการณ์จัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง จำแนกการวิเคราะห์ 5 มิติ

1. บทบาทครูผู้สอน (role) พบว่า ครูจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งจากการศึกษาด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนรู้ไม่ได้เน้นการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่มาจากปัญหารอบตัวของนักเรียน สามารถจัดกลุ่มครูที่จัดการเรียนรู้ได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ครูที่สอนโค้ดดิ้งในวิชาวิทยาการคำนวณโดยมีการให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้อินเทอร์เน็ตเป็นตัวควบคุมการทำงาน กับกลุ่มที่ 2 ครูที่สอนโค้ดดิ้งในวิชาวิทยาการคำนวณโดยไม่มีการให้นักเรียนสร้างสิ่งประดิษฐ์ หรือมีการสร้างสิ่งประดิษฐ์แต่ไม่มีการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นตัวควบคุมการทำงาน และผู้วิจัยได้วิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้ ในลักษณะกิจกรรมที่ครูใช้จัดการเรียนรู้เชื่อมโยงร่วมกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 โดยไม่

มีการปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมแต่อย่างใด และยังคงอยู่ในรายวิชาวิทยาการคำนวน โดยใช้ความสำคัญกับการออกแบบการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนคือ 1) การวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไข 2) การเขียนผังงานการทำงาน 3) การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน และ4) การสร้างสิ่งประดิษฐ์ อย่างไรก็ตามครูยังคงไม่มีความชัดเจนในการออกแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งเท่าที่ควร

2. อารมณ์ความรู้สึกครูผู้สอน (emotion) พบว่า รู้สึกไม่มั่นใจในเป้าหมาย และความต่อเนื่องของแนวนโยบายของภาครัฐ รู้สึกว่าการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งค่อนข้างยาก รู้สึกกังวลในผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ต้องออกแบบและเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนครูในการจัดการเรียนรู้ค่อนข้างน้อย เนื่องจากมีความรู้ ความเข้าใจ ใกล้เคียงกัน

3. การรับรู้ของครูผู้สอน (perception) พบว่า การจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งจะชัดเจนขึ้นและประสบผลสำเร็จได้ตามเป้าหมาย หากมีพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำ โค้ชการทำงานร่วมกันจากผู้เชี่ยวชาญและหน่วยงานที่รับผิดชอบ หน่วยงานต้นสังกัดไม่ปรับเปลี่ยนแนวนโยบายบ่อย และหากมีการสร้างเครือข่ายระหว่างเพื่อนครูต่างโรงเรียนจะนำให้มีความชัดเจนในการจัดการเรียนรู้และสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกันได้

4. เจตคติของครูผู้สอน (attitude) พบว่า ครูมีเจตคติทางบวกค่อนข้างมากกับการส่งเสริมการเรียนรู้โค้ดดิ้งของนักเรียน คิดว่าเป็นเรื่องที่ท้าทาย และเป็นประโยชน์กับนักเรียน มีไอเดียในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่สอดคล้องกับเจเนอเรชั่น และความชื่นชอบ มีเจตคติทางบวกมากกับการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งตาม 4 ขั้นตอน ที่เคยได้ปฏิบัติมาคือ การวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไข การเขียนผังงานการทำงาน การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน และการสร้างสิ่งประดิษฐ์

5. พฤติกรรมครูผู้สอน (behavior) พบว่า พฤติกรรมครูสะท้อนถึงการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งให้กับนักเรียน พร้อมที่จะพัฒนาศักยภาพการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งของตนเอง เรียนรู้ด้วยตนเองในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาต่างๆ ที่สามารถนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบการจัดการเรียนรู้ พยายามหารือกับเพื่อนครูในการออกแบบกิจกรรมบ้าง แม้จะไม่บ่อย แต่ก็ยังคงมีการปรึกษาหารือ และส่งต่อความรู้สิ่งกันและกัน

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของครูในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

1. การสร้างเสริมแนวคิดและวิธีปฏิบัติให้ครูในการเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหารอบตัว ครูต้องการให้หน่วยงานที่รับผิดชอบ สนับสนุนในทุกมิติ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งมีความชัดเจน และเป็นนโยบายที่ยั่งยืน สนับสนุบให้มีผู้เชี่ยวชาญภายนอกเข้ามาช่วยเหลือโรงเรียน คอยชี้แนะแนวคิดและวิธีปฏิบัติให้ครูในการเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหารอบตัว เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีความหมาย นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนโค้ดดิ้ง ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยี Internet of thing (IOT) และจะสามารถยกระดับชุมชนให้การเรียนรู้ในห้องเรียนสามารถไปตอบโจทย์การพัฒนาชุมชน ตามแนวทางพื้นที่นวัตกรรมทางการศึกษาที่ต้องการให้สถานศึกษานำร่องสามารถจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับบริบทในพื้นที่ โดยสามารถบริหารจัดการที่ยืดหยุ่นคล่องตัว และต้องการให้มีการออกแบบตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ทำให้เห็นถึงรายละเอียดการลำดับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน

2. การพัฒนาศักยภาพของตนเองในการจัดการเรียนโค้ดดิ้งอย่างต่อเนื่อง ครูต้องการให้มีการพัฒนาความรู้ ความสามารถ ศักยภาพในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งหรือการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยเฉพาะครูที่รับผิดชอบในรายวิชาวิทยาการคำนวน คอมพิวเตอร์

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาต้องได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่อง ติดตามผล วิเคราะห์ศักยภาพของครูแต่ละบุคคลและวางแผนให้ความช่วยเหลือตามบริบทของแต่ละบุคคลและโรงเรียน สร้างเครือข่ายระหว่างโรงเรียน และมีกิจกรรมส่งเสริม เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียนในระดับโรงเรียน และระดับประเทศ ซึ่งจะช่วยลดความสับสนของครูและเข้าใจทิศทางการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งให้กับนักเรียน

ตอนที่ 2 ผลการออกแบบต้นแบบ (prototype) การจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลในการวิจัยระยะที่ 1 มาแลกเปลี่ยนร่วมกับครูผู้ให้ข้อมูล นักวิจัย และผู้เชี่ยวชาญการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง ระดมการศึกษาเอกสารแนวคิด การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความเชื่อ แนวคิด และข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นสารสนเทศในการร่วมกันพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง ซึ่งต้นแบบการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนรายละเอียดดังภาพที่ 1

ภาพ 1

แนวคิดการออกแบบต้นแบบ (prototype) การจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

ขั้นตอนที่ 2 “เขียนผังการทำงาน”

การวิเคราะห์ผู้ใช้และโปรไฟล์ผู้ใช้ (user analysis and user profiling)

ลักษณะกิจกรรมที่ครูเคยจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

- มีการให้ความรู้แก่นักเรียนเรื่องสัญลักษณ์ ความหมายของสัญลักษณ์ และการเขียนผังงาน
- มีการยกตัวอย่างสถานการณ์อย่างหลากหลายพร้อมเชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์และผังงาน
- มีการให้นักเรียนนำสถานการณ์อย่างง่ายที่พบเจอในชีวิตประจำวันมาเขียนเป็นผังงาน เช่น การทอดไข่เจียว การทำงานบ้าน กิจวัตรประจำวัน เป็นต้น
- มีการใช้วิธีการเพื่อนช่วยเพื่อนในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจ ให้นักเรียนได้อธิบายให้กันเอง หากไม่ได้ถึงมาปรึกษาครู

ปัญหาและอุปสรรคจากการใช้งาน

1. นักเรียนไม่สามารถกำหนดสัญลักษณ์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่วิเคราะห์
2. นักเรียนไม่สามารถนำสัญลักษณ์ต่าง ๆ มาเรียงลำดับและเชื่อมโยงให้เป็นระบบได้ โดยเฉพาะสัญลักษณ์เงื่อนไข หรือสถานการณ์ที่ซับซ้อน

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

- **สัญศาสตร์** คือ ศาสตร์การใช้สัญลักษณ์ (sign) ในการอ้างอิงความหมาย (signifying practices) โดยต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างผู้รับสารกับภาพหรือวัตถุ และปัจจัยอื่น ๆ เช่น วัฒนธรรม หรือ สังคม (Moriarty, 2002) ดังนั้น หากครูสร้างประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ผ่านสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงสู่สัญลักษณ์ ก็อาจจะช่วยให้นักเรียนจดจำสัญญะด้วยความหมายอ้างอิง (significance) ได้
- **อัลกอริทึม (Algorithm)** หรือขั้นตอนลำดับการประมวลผลการดำเนินการหรือแก้ปัญหาเพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายขึ้น มีทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ (โครงการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะโค้ดดิ้งสู่สังคมดิจิทัลในอนาคต, 2562)
  1) แบบลำดับ (Sequential) ใช้กับสถานการณ์ที่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนก่อน-หลัง ต่อเนื่องกัน โดยต้องทำขั้นตอนก่อนหน้าให้เสร็จก่อนถึงจะไปขั้นตอนต่อไป
  2) แบบทางเลือก (Decision) ใช้กับสถานการณ์ในกรณีที่มีเงื่อนไขให้เลือก โดยตัวเลือกต้องมี 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งคำที่ใช้ในการตัดสินใจเช่น จริง-ไม่จริง ใช่-ไม่ใช่ ถูก-ผิด เป็นต้น
  3) แบบทำซ้ำ (Loop) ใช้กับสถานการณ์ที่ต้องมีการตัดสินใจว่ากำลังเป็นไปตามที่ตั้งใจหรือไม่ หากเป็นก็ดำเนินการในลำดับต่อไป แต่หากไม่เป็นจะต้องทำซ้ำต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ

การระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการเรียนรู้

1. จัดกิจกรรมในรูปแบบ Active Learning ให้นักเรียนรู้ได้รู้จักสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์
2. ให้นักเรียนสืบค้นตัวอย่างผังงานจากแหล่งสืบค้นต่าง ๆ แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้รวมถึงการอ่านผังงานตามลำดับ
3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับผังงานทั้ง 3 ประเภท แล้วลองเขียนผังงานแต่ละประเภททีละขั้นตอนจากง่ายไปยาก
4. เมื่อเขียนผังงานเสร็จแล้วให้นำเสนอ แล้วให้นักเรียนคนอื่นเป็นผู้อธิบายหรือลองทำตามผังงาน พร้อมร่วมกันอภิปรายและตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 3 “เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน”

การวิเคราะห์ผู้ใช้และโปรไฟล์ผู้ใช้ (user analysis and user profiling)

ลักษณะกิจกรรมที่ครูเคยจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

- มีการแนะนำสัญลักษณ์และวิธีการใช้งานในโปรแกรมเบื้องต้นให้นักเรียนรู้จัก และลองเขียนโปรแกรมในคำสั่งง่าย ๆ ไปพร้อมกัน
- มีการให้นักเรียนฝึกเขียนโปรแกรมจากตัวอย่างคำสั่งที่ครูจัดเตรียมให้ ทั้งสื่อรูปภาพ และสื่อวีดีทัศน์
- มีการให้นักเรียนเขียนโปรแกรมจากผังงานที่ออกแบบ

ปัญหาและอุปสรรคจากการใช้งาน

1. นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงผังงานสู่การเขียนโปรแกรมได้
2. นักเรียนขาดความละเอียดรอบคอบในการเขียนโปรแกรม
3. นักเรียนควรรู้วิธีการแก้ปัญหาเบื้องต้นหากเขียนโปรแกรมแล้วไม่ทำงาน หรือทำงานแล้วเกิดปัญหา
4. ครูจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเพื่อสามารถให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อเกิดปัญหา

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

- Dry Run หรือ การทดลองรันโค้ดบนกระดาษ เป็นการแปลและอ่านความหมายหรือการดำเนินการของคำสั่งที่เขียนแต่ละบรรทัดบนกระดาษก่อนที่จะรันจริงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เขียนได้ตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้นต่อไปด้วย (Rao S., 2012)
- **การจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม** เป็นการที่ใช้นักเรียนได้เรียนรู้จากสภาพจริงควบคู่ไปกับสัญลักษณ์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นว่าสัญลักษณ์นั้นมีความหมาย (Gravemeije, 1997)

การระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการเรียนรู้

1. ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนเชื่อมโยงสัญลักษณ์ในโปรแกรมกับผังงานแต่ละประเภททีละขั้นตอน
2. ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาจากการเขียนโปรแกรม
3. จัดทำคู่มือรวบรวมปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาจากการเขียนโปรแกรม
4. สร้างแบบประเมินให้นักเรียนได้ประเมินตัวเองทุกครั้งทั้งก่อน – ระหว่าง - หลัง การเขียนโปรแกรม
5. ให้นักเรียนทำผลงานสรุปขั้นตอนและคำสั่งที่ตนเองจัดทำ เพื่อทำให้ครูได้ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์ได้อย่างละเอียด เป็นแนวทางแก้เพื่อนในชั้นเรียน รวมถึงเป็นแนวทางเพื่อใช้ในการทบทวนในครั้งต่อ ๆ ไป

แนวทางการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งระดับประถมศึกษา มีแนวทางการออกแบบเพื่อสร้างต้นแบบในแต่ละขั้นตอน ดังตารางที่ 1

ผลการสร้างต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งสู่สังคมดิจิทัลระดับประถมศึกษา

เมื่อได้แนวทางการสร้างต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งฯ ในแต่ละขั้นตอนแล้ว จึงนำแต่ละแนวทางมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในการสร้างต้นแบบฯ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดส่วนหนึ่งของรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของดิคและแครี หรือ Dick and Carey's instructional design model (Dick, Carey, & Carey, 2009) แล้วจึงเริ่มเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (write performance objective) พัฒนาเครื่องมือวัดประเมินผล (develop assessment instruments) พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ (develop Instructional Strategy) และพัฒนาและเลือกสื่อการเรียนรู้ (develop & select instructional materials) ตามลำดับ ตามแผนภาพ 2 และ 3

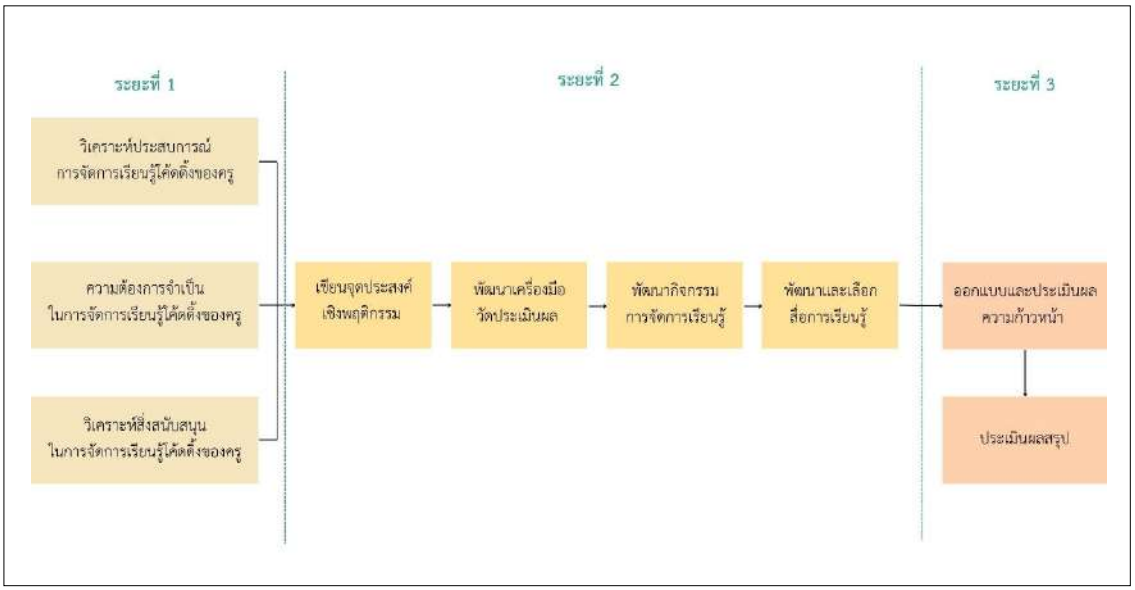
ตาราง 1

แนวทางการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งสู่สังคมดิจิทัลระดับประถมศึกษา

ขั้นตอน	แนวทางการสร้างต้นแบบการจัดการเรียนรู้	ที่มาของแนวทาง
A) วิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไข	A1) ปูพื้นฐานด้วยการสร้างความรู้ และการเห็นความสำคัญต่อ IoT	• ระดมความคิด
	A2) เปิดโอกาสให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตนเอง โดยศึกษาปัญหาจากสภาพจริง โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลอย่างหลากหลาย	• ระดมความคิด • แนวคิด ทฤษฎี
	A3) มีการใช้คำถามเพื่อช่วยในการสำรวจปัญหาทั้งจากนักเรียนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องอื่น ๆ	• ระดมความคิด • แนวคิด ทฤษฎี
	A4) ใช้แนวคิดของประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience) เป็นแนวช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้น	• แนวคิด ทฤษฎี
	A5) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ WHY-WHY ในการหาสาเหตุและรากของปัญหา	• แนวคิด ทฤษฎี
	A6) เน้นการใช้เทคโนโลยีและ IOT ในการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการกลุ่ม รวมถึงการมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	• แนวคิด ทฤษฎี • ระดมความคิด
	A7) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนปัญหา แนวทางการแก้ปัญหา	• ระดมความคิด
B) เขียนผังงานการทำงาน	B1) เชื่อมโยงประสบการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนเข้าสู่สัญลักษณ์ให้เข้าใจและจดจำความหมาย	• แนวคิด ทฤษฎี • ระดมความคิด
	B2) ใช้การสืบค้นตัวอย่าง การฝึกวิเคราะห์และอ่านผังงานจากตัวอย่าง	• ระดมความคิด
	B3) วิเคราะห์สถานการณ์ของตนเองจากขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงสู่ผังงาน 3 ประเภท แล้วแลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียนให้ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง	• แนวคิด ทฤษฎี • ระดมความคิด
C) เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน	C1) สืบค้นตัวอย่างคำสั่งโปรแกรมจากอินเทอร์เน็ต แล้ววิเคราะห์	• ระดมความคิด
	C2) เชื่อมโยงผังงานกับการเขียนโปรแกรมอย่างเป็นลำดับ โดยแต่ละลำดับให้วิเคราะห์และอธิบายความหมายระหว่างบล็อกคำสั่งในโปรแกรมกับคำสั่ง	• แนวคิด ทฤษฎี • ระดมความคิด
	C3) ทดลองเขียนคำสั่งด้วยการทำกิจกรรมแบบคู่หรือแบบกลุ่มให้ช่วยเหลือกัน ควบคู่กับการทำแบบประเมิน	• แนวคิด ทฤษฎี • ระดมความคิด
	C4) บันทึกความสำเร็จ/วิธีการที่ทำให้สำเร็จ และปัญหา/วิธีการแก้ปัญหา	• ระดมความคิด
	C5) เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จ ก่อนนำคำสั่งเข้าสู่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้สรุปคำสั่งที่เขียนบนกระดาษ แล้วแลกเปลี่ยนร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบ	• แนวคิด ทฤษฎี • ระดมความคิด
D) สร้างสิ่งประดิษฐ์	D1) ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ก่อนลงมือประดิษฐ์ พร้อมตรวจสอบความเป็นไปได้	• ระดมความคิด
	D2) ให้ผู้ใช้หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้งานมีส่วนร่วมในการออกแบบ รวมถึงประเมินความมีประโยชน์ ความเป็นไปได้ อารมณ์ความรู้สึก	• แนวคิด ทฤษฎี • ระดมความคิด
	D3) ให้ประดิษฐ์ผลงานควบคู่กับการทำแบบประเมินตรวจสอบขั้นตอนและคุณภาพของผลงานทั้งก่อน ระหว่าง และหลังในการประดิษฐ์ รวมถึงประเมินปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้ลองทำ	• ระดมความคิด
	D4) บันทึกกระบวนการประดิษฐ์ ความสำเร็จ/วิธีการที่ทำให้สำเร็จ	• ระดมความคิด
	D5) แบ่งการทดลองออกเป็น 2 รอบ ดังนี้ (5.1) รอบที่ 1 ทดลองการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ในชั้นเรียน (5.2) รอบที่ 2 นำสิ่งประดิษฐ์ไปทดสอบกับผู้ใช้จริง	• แนวคิด ทฤษฎี • ระดมความคิด
	D6) ออกแบบและปรับปรุงผลงานหลังการทดลอง รวมถึงพัฒนาให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้มากขึ้น	• แนวคิด ทฤษฎี

ภาพ 2

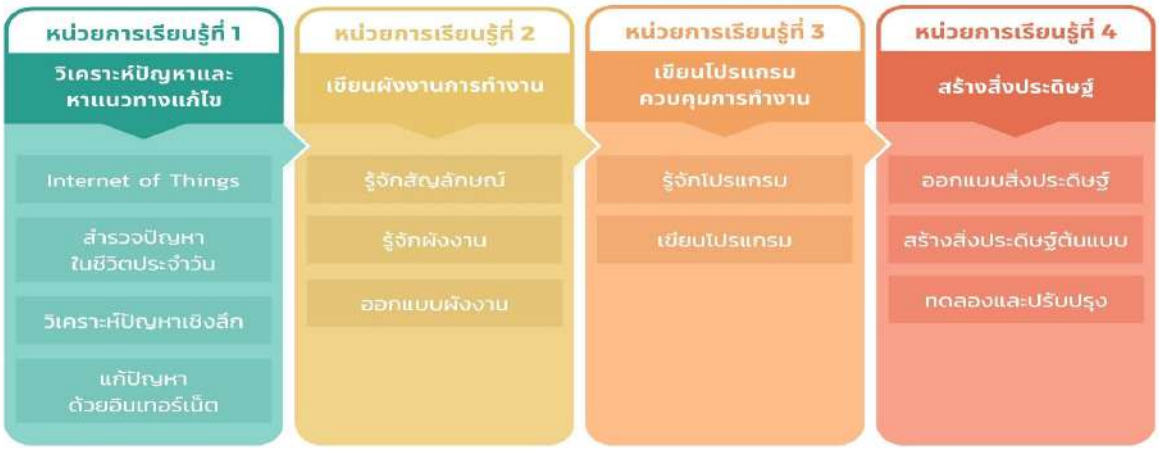
กระบวนการสร้างต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งสู่ที่ประยุกต์ใช้แนวคิดส่วนหนึ่งของรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของดิคและแครี หรือ Dick and Carey's instructional design model (Dick, Carey, & Carey, 2009)



เมื่อนำแนวทางการสร้างต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งฯ มาพิจารณาความคล้ายคลึงและความแตกต่าง เรียงลำดับ และจัดระบบ ปรากฏต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยประกอบด้วยเรื่องที่เรียนรู้แตกต่างกัน ทั้งนี้ ทีมวิจัยได้ร่วมกันตั้งชื่อเรื่องเพื่อความง่ายในการนำไปจัดการเรียนรู้ของครู

ภาพ 3

ชื่อหน่วยการเรียนรู้และเรื่องในต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งระดับประถมศึกษา



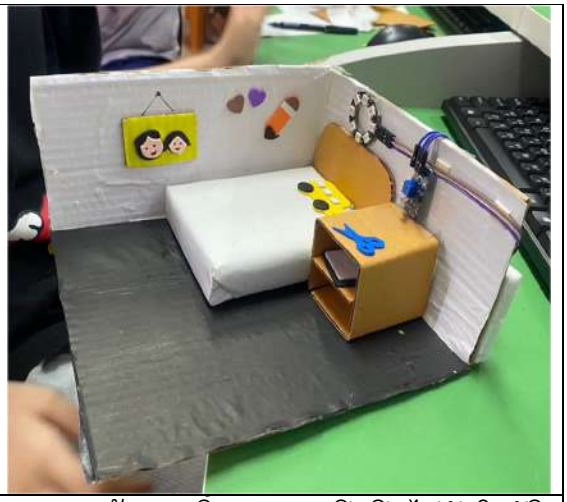
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลการใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่มีต่อการคิดเชิงระบบของนักเรียนและความคิดเห็นของครูและนักเรียนที่มีต่อต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง

ผลการใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่มีต่อการคิดเชิงระบบของนักเรียน

การวิเคราะห์ผลการใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่มีต่อการคิดเชิงระบบด้วยแบบทดสอบการคิดเชิงระบบของนักเรียนก่อน-หลังการใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง พบว่าภาพรวมนักเรียนมีการคิดเชิงระบบที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน มีพัฒนาการด้านการคิดเชิงระบบดีขึ้นจากการวัดด้วยแบบทดสอบที่มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน (โดยค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดเชิงระบบก่อนเรียนของนักเรียนเท่ากับ 5.83 และส่วนเบี่ยงมาตรฐานเท่ากับ 1.67 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.30 และส่วนเบี่ยงมาตรฐานเท่ากับ 1.67)

นอกจากนี้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานที่สะท้อนการทำงานด้วยการคิดเชิงระบบ มีกระบวนการวางแผนการทำงานตั้งแต่การวิเคราะห์ปัญหารอบตัว การออกแบบการแก้ปัญหา และสร้างต้นแบบชิ้นงานในการแก้ปัญหาในการดำรงชีวิต ความเป็นอยู่ เรื่องรอบตัว ที่เกิดขึ้นในบ้าน โรงเรียน และชุมชน ดังตัวอย่างผลงานในภาพที่ 4 และ 5

ภาพ 4 ต้นแบบระบบดูแลไก่แรกคลอด



ภาพ 5 ต้นแบบชิ้นงานการเปิดปิดไฟอัตโนมัติ

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นและประสบการณ์การใช้ต้นแบบจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง จำแนกการวิเคราะห์ 5 มิติ

1. บทบาท (role) พบว่า ครูได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งโดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ 1) การวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไข 2) การเขียนผังงานการทำงาน 3) การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน และ4) การสร้างสิ่งประดิษฐ์ ตามแผนการที่ได้กำหนดไว้ ครูได้ดำเนินการเตรียมสอน จัดกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน และมองเห็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนอย่างชัดเจน และนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่ สนุกกับกิจกรรม

2. อารมณ์ความรู้สึก (emotion) พบว่า ครูมีอารมณ์เชิงบวกต่อต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ได้พัฒนาขึ้น รู้สึกเหนื่อยกว่าปกติเนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ Active

Learning ที่นักเรียนจะเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง การควบคุมชั้นเรียนค่อนข้างยาก และนักเรียนมีอารมณ์เชิงบวกกับกิจกรรม ชื่นชอบ และมีความสุขในการทำกิจกรรม

3. การรับรู้ (perception) พบว่า ครูมีการรับรู้ในทิศทางเดียวกันว่าการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งด้วยต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบของนักเรียน การใช้เทคโนโลยีในการออกแบบนวัตกรรม แต่บางกิจกรรมเป็นกิจกรรมที่นักเรียนเคยทำมาบ้างแล้ว หากมีการพัฒนาจากเดิม จะท้าทายความสามารถของนักเรียนมากขึ้น และนักเรียนรับรู้ถึงประโยชน์ของการสร้างสรรค์ต้นแบบนวัตกรรมที่เกิดจากการคิดเชิงระบบของตนเอง จนได้ออกมาเป็นชิ้นงาน

4. เจตคติ (attitude) พบว่า ครูมีเจตคติทางบวกค่อนข้างมากกับต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง เป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่ สนุกสนาน หากจัดกิจกรรมอย่างต่อเนื่องจะนำให้นักเรียนออกแบบนวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ส่วนนักเรียนมีเจตคติที่ดีในการจัดกิจกรรมของต้นแบบการเรียนรู้ สนุกที่ได้ทำงานเป็นทีม

5. พฤติกรรม (behavior) พบว่า พฤติกรรมครูสะท้อนถึงความสนใจ และพยายามเรียนรู้บางอย่างที่ไม่เคยได้ทำมาก่อน เช่น การสอนนักเรียนให้วิเคราะห์ปัญหาโดยเชื่อมโยงกับชีวิตจริง การเขียนโค้ดคำสั่งเพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรม ภาคภูมิใจในความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ และจะนำต้นแบบการจัดการเรียนรู้ไปพัฒนาต่อยอด ส่วนนักเรียนมีพฤติกรรมในห้องเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกชั่วโมง

อภิปรายผล

เป้าหมายหลักของการวิจัยครั้งนี้คือการพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งของนักเรียนระดับประถมศึกษาเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงระบบที่เป็นสิ่งสำคัญในยุคดิจิทัลที่มีเทคโนโลยีมาเกี่ยวข้อง การทำงานด้านต่างๆ จำเป็นต้องอาศัยการคิดเชิงระบบ การออกแบบต้นแบบครั้งนี้ใช้หลักการวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ ต้นแบบที่ได้พัฒนาร่วมกับผู้ใช้ (user) การกำหนดปัญหา การกำหนดความคิดในการออกแบบ ไปจนถึงการทดลองใช้ต้นแบบ เกิดจากผู้ใช้ (user) เป็นส่วนสำคัญ จากผลการวิจัยจะเห็นว่าช่วงแรกของการเก็บข้อมูลครูยังไม่มีความชัดเจนในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง ทิศทางการจัดการเรียนรู้ และแนวนโยบายต่างๆ สิ่งที่ครูต้องการคือให้ภาครัฐสนับสนุน สร้างความชัดเจน จัดพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำในการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้ง ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้ แสดงให้เห็นว่าครูมีความสนใจและมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งให้กับนักเรียน ผลการใช้ต้นแบบนักเรียนมีการคิดเชิงระบบที่ดีขึ้น สนุกกับกิจกรรม เนื่องจากเชื่อมโยงกับชีวิตและความสนใจของนักเรียน ตรงตามแนวทางจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสนใจจากสิ่งที่คุ้นเคย นักเรียนมองเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับตนเอง ซึ่งทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนสนุก และเร้าความสนใจ เกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี (Gardner, 1993) ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนับว่าเป็นจุดเริ่มต้น เปิดมุมมองใหม่ให้กับครูในการใช้เป็นแนวทางการพัฒนากิจกรรมอื่น และสามารถส่งเสริมการคิดเชิงระบบให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างชัดเจน เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียน สะท้อนให้เห็นว่าหากครูมีกระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นเป็นตอนตามแนวทางโค้ดดิ้ง แบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นจะสามารถช่วยให้นักเรียนนำเสนอและประเมินกิจกรรมหรือเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อน วิเคราะห์จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงรอบตัว ซึ่งสอดคล้องกับขอบข่าย

ตามแนวคิดของ Sweeney and Sterman (2000) ที่ระบุว่าการพัฒนาการคิดเชิงระบบต้องมีกระบวนการทำความเข้าใจพฤติกรรมของระบบที่เกิดขึ้น เชื่อมโยงไปยังการค้นหาและการนำเสนอกระบวนการตอบรับทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ ตั้งสมมติฐานเพื่อรองรับรูปแบบพฤติกรรมของระบบที่สังเกตได้ แล้วนำไประบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในช่วงระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป โดยคำนึงถึงการกระทำและผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง มองเห็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ไปจนรับรู้และท้าทายขอบเขตของแบบจำลองทางความคิด

ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งจะถูกนำไปต่อยอดและพัฒนาต่อตามมิติการรับรู้ของครูผู้สอนที่มองเห็นถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นทั้งกับตนเองและนักเรียน บทบาทและพฤติกรรมของครูมีความชัดเจนมากขึ้น สะท้อนให้เห็นว่าหากผู้สอนมีส่วนร่วมกับการออกแบบการเรียนรู้ การกำหนดเป้าหมาย และมีพี่เลี้ยงสนับสนุนครูจะมีความคิดริเริ่ม กล้าที่จะนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างจากเดิม มีความมั่นใจในการสร้างสรรค์การจัดการเรียนรู้ของตนเอง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่าความชัดเจนในเรื่องต่างๆ ที่หน่วยงานต้นสังกัดได้กำหนดมา มีความสำคัญมากในการปฏิบัติตามแนวนโยบายให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ การมีพี่เลี้ยง เพื่อนครู หรือผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญจะเป็นผลดีต่อการทำงานของครู

1.2 การนำต้นแบบการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งครั้งนี้ไปใช้ ควรมีการวิเคราะห์ภูมิหลังของผู้เรียนก่อน เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีความรู้ ความสามารถระดับหนึ่งเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ต่างๆ ในกิจกรรมของต้นแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น การเขียนโค้ด ความคุ้นเคยเรื่องเทคโนโลยี จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ตามต้นแบบครั้งนี้ ประสบกับปัญหาน้อย และบรรจุตามเป้าหมายของต้นแบบที่กำหนดไว้

1.3 ภาพเชิงนโยบาย หน่วยงานต้นสังกัด ผู้บริหารสถานศึกษา ควรมีการสำรวจประสบการณ์ของครู เพื่อให้เข้าใจบริบท ความต้องการ ความถูกต้องในแนวทางปฏิบัติ ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นประโยชน์และมีประสิทธิภาพกับผู้เรียนมากที่สุด

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาต่อยอดต้นแบบการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนอื่นที่มีบริบทใกล้เคียงหรือแตกต่างกัน นำไปศึกษาทดลองใช้กับกลุ่มอื่นที่มีจำนวนมากขึ้น เพื่อให้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถสรุปอ้างอิงผลได้ในวงกว้าง และเหมาะสมกับบริบทอื่น

2.2 หน่วยการเรียนรู้จากต้นแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีจำนวน 4 หน่วย เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องกรอบเวลาการจัดการเรียนรู้ และการวิจัยกำหนดขอบเขตเพียงเรื่องเดียว การวิจัยครั้งต่อไปอาจจะทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกัน เพิ่มหน่วยการเรียนรู้ให้มีมากขึ้นหลากหลาย และต่อยอดผลงานนักเรียนจากต้นแบบนวัตกรรมที่สร้างขึ้น ไปสู่การนำไปใช้จริง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รายการอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ (2562). *Coding สร้างคนสู่ศตวรรษที่ 21.* ข่าวกระทรวงศึกษาธิการ. สืบค้นจาก https://www.moe.go.th/moe/th/news/index.php?Key=news_Surachet

ธนาภา งิ้วทอง (2560). *การประยุกต์ใช้การวิจัยประสบการณ์ผู้ใช้และการวิจัยอิงการออกแบบเพื่อพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านการวิจัยแบบร่วมมือของครู* [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. CUIR. https://cuir.car.chula.ac.th/bitstream/123456789/60223/

Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science, 44*, 669-678. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.050

Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2009). *The systematic design of instruction.* Pearson.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher, 42*(1), 38–43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Health Systems DDLabs. (2019). *คิดครบ คิดลึก คิดยาว ชุดเครื่องมือของนักคิดเชิงระบบ.* Ramathibodi Health Systems Design and Health Policy Decision Laboratories. http://systemsdd.co/intro-to-systems-thinking/systems-thinking-tools/

Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience-a research agenda. *Behavior & Information Technology, 25*(2), 91-97.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., & Silverman, B. (2009). “Digital fluency” should mean designing, creating, and remixing, not just browsing, chatting, and interacting: Programming for all. *Communications of the ACM, 52*(11), 60–67. https://doi.org/10.1145/1592761.1592779

Gardner, H. (1993). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences.* Basic Books.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher, 42*(1), 38–43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Kujala, S., Roto, V., Vaananen-Vainio-Mattila, K., Karapanos, E., & Sinnela, A. (2011). US curve: A method for evaluating long-term user experience. *Interacting with Computers, 23*(5), 473-483.

Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer.* Chelsea Green Publishing.

Vasilescu, B. (2018). *Learning JavaScript data structures and algorithms: Understand and implement classic data structures and algorithms using JavaScript.* Packt Publishing.

Senge, P. M. (2006). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization.* Currency.

Stern, C. (2014, September 25). *CUBI: A user experience model for project success.* https://uxmag.com/articles/cubi-a-user-experience-model-for-project-success.

Sweeney, L. B. (1999). *Guidelines for daily systems thinking practice.* Pegasus Communication.

Translated Thai References

Ministry of Education (2019). Coding: Shaping People for the 21st Century. Ministry of Education News. Retrieved from https://www.moe.go.th/moe/th/news/index.php?Key=news_Surachet

Ngewtong, T. (2017). Application of UX research and design-based research to develop a prototype of teachers’ collaborative research learning enhancement [Master’s thesis, Chulalongkorn University]. CUIR. https://cuir.car.chula.ac.th/bitstream/123456789/60223/1/5983378127.pdf

Health Systems DDLabs. (2019). *Think Thoroughly, Think Deeply, Think Long-term: A Toolkit for Systems Thinkers.* Ramathibodi Health Systems Design and Health Policy Decision Laboratories. http://systemsdd.co/intro-to-systems-thinking/systems-thinking-tools/