The Development of Online Learning Environment Based on Constructivism Integrated with Artificial Intelligence Powered Coaching to Enhance Digital Citizenship Skills for 9th Grade Students

Thipaporn Seehanam[1] & Issara Kanjug[2*]

1 *Innovation Technology and Learning Sciences, Faculty of Education, Khon Kaen University, Thailand*

2 *Innovation Technology and Learning Sciences, Faculty of Education, Khon Kaen University, Thailand*

* *Corresponding author. E-mail: issaraka@kku.ac.th*

Abstract

This research aimed to (1) develop an online learning environment based on constructivist principles that integrates artificial intelligence for coaching to promote digital citizenship skills; (2) study the digital citizenship skills of students learning with an online learning environment based on constructivist principles that integrates artificial intelligence for coaching compared to an online learning environment based on constructivist principles that does not integrate artificial intelligence; (3) compare the learning outcomes of students learning with an online learning environment based on constructivist principles that integrates artificial intelligence for coaching with those learning in an online learning environment based on constructivist principles that does not integrate artificial intelligence; (4) study students' opinions on the online learning environment based on constructivist principles that integrates artificial intelligence for coaching to promote digital citizenship skills. The research was conducted in a developmental framework according to Richey & Klein (2007), consisting of three phases: design and development, quality assessment, and validation. The target group consisted of 80 third-year high school students from Kalyanawat School in the first semester of the 2025 academic year, divided into a control group of 40 students and an experimental group of 40 students. The tools used included the online learning environment based on constructivist principles that integrates artificial intelligence for coaching to promote digital citizenship skills, a digital citizenship skills assessment, a learning achievement assessment, and a student opinion survey. The research findings indicated that: 1) The developed learning environment comprised six components: problem situations, learning resources, learning exchange rooms, a center for promoting digital citizenship skills, support bases, and coaching; 2) Students in the control group had very good overall digital citizenship skills, similar to those in the experimental group; 3) The learning achievements of the control group after learning were significantly higher than before, with the majority of students scoring above the passing threshold at a good level, which was also true for the experimental group, showing statistically significant learning outcomes after the course; 4) Students had a highly positive opinion of the learning environment regarding both content and media, while the design aspect was rated as high.

Keywords: Online Learning Environment, Constructivism, Artificial Intelligence, Digital Citizenship Skills

Received: 2026-04-11; Revised: 2026-06-20; Accepted: 2026-06-20 **ISSN: 2822-0218 (Online)**

การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ชเพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทิพาพร สีหานาม[1] และอิศรา ก้านจักร[2*]

1 สาขาวิชานวัตกรรม เทคโนโลยี และวิทยาการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2 สาขาวิชานวัตกรรม เทคโนโลยี และวิทยาการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** Corresponding author. E-mail: thipaporn_s@kkumail.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ชเพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล (2) ศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของนักเรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ชเพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบที่ไม่ได้บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ (3) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ชกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบที่ไม่ได้บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ (4) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ชเพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล ดำเนินการวิจัยเชิงพัฒนาตามแนวของ Richey & Klein (2007) เป็น 3 ระยะ คือ การออกแบบและพัฒนา การประเมินคุณภาพ และการหาความตรง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกัลยาณวัตร จำนวน 80 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 40 คน และกลุ่มทดลอง 40 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ชเพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล แบบวัดทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน ผลวิจัยพบว่า 1) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ สถานการณ์ปัญหา แหล่งการเรียนรู้ ห้องแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ ศูนย์ส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล ฐานการช่วยเหลือ และการโค้ช 2) ผู้เรียนในกลุ่มควบคุมมีทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล โดยรวมอยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกันกับผู้เรียนในกลุ่มทดลอง 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป เช่นเดียวกันกับกลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในระดับมากที่สุดทั้งด้านเนื้อหาและด้านสื่อ ส่วนด้านการออกแบบอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์, คอนสตรัคติวิสต์, ปัญญาประดิษฐ์ ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล

บทนำ

สังคมโลกในยุคปัจจุบันกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในหลายด้าน ทั้งด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านเทคโนโลยี และและสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิต การทำงาน และการศึกษาของผู้คน เกิดการใช้เทคโนโลยีอย่างแพร่หลายมากขึ้น และกลายเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้ในสังคมปัจจุบัน ทำให้เกิดเป็นทักษะด้านที่สำคัญ คือ ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้สามารถตัดสินใจเลือกใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีได้อย่างมีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น สามารถป้องกันความเสี่ยงและความเสียหายจากการใช้งานเทคโนโลยีได้ไปพร้อมกัน อีกทั้งเหตุการณ์การแพร่ระบาดของ Covid-19 ได้เปลี่ยนแปลงโลกอย่างที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน วิกฤตครั้งนี้ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรโลก แต่ยังเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างก้าวกระโดด การศึกษาถูกรื้อระบบให้อยู่ในรูปแบบออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ต ในช่วงเวลาดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของทักษะการเป็นพลเมืองดิจิทัลอย่างชัดเจน ดังนั้นทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับทุกคน ไม่เพียงแต่ช่วยให้เราใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการหล่อหลอมสังคมโลกให้ก้าวหน้าและเชื่อมโยงกันมากขึ้น สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ที่สนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมในสังคมดิจิทัลอย่างสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างทั่วถึง เป็นกุญแจสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้กับเยาวชนสำหรับ อนาคตที่เต็มไปด้วยความท้าทายและโอกาสใหม่ๆในยุคดิจิทัล (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565)

อย่างไรก็ตาม ในขณะที่โลกดิจิทัลเปิดโอกาสมากมาย ก็แฝงไปด้วยความท้าทายและภัยคุกคาม ทักษะการเป็นพลเมืองดิจิทัลจึงรวมถึงความสามารถในการรับมือกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ การรู้เท่าทันข่าวปลอมและข้อมูลบิดเบือน ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีอย่างมีความรับผิดชอบและมีจริยธรรม จึงมีความสำคัญ แต่การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะนี้ในประเทศไทยยังคงประสบปัญหาในการพัฒนาทักษะเหล่านี้ให้กับผู้เรียน การเรียนการสอนในห้องเรียนส่วนใหญ่ยังคงเน้นการท่องจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ความรู้ จากการแพร่ระบาดของ Covid-19 ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงอันใหญ่หลวง สถานศึกษาต้องมีการปรับเปลี่ยนการสอนแบบไม่ได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า ครูต้องปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนมาเป็นการสอนแบบออนไลน์ นักเรียนต้องเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์ ซึ่งการใช้สื่อออนไลน์นับว่าเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้มาก แต่ก็แฝงมาด้วยโทษมหันต์ หากรู้ไม่เท่าทัน เด็กไทย 81% มีแท็บเล็ตหรือสมาร์ตโฟน และ 64% มีอินเทอร์เน็ตที่บ้าน ผลสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างเด็กอายุ 9-18 ปีทั่วประเทศ 10,846 คน พบว่า 95.32% ตระหนักว่าอินเทอร์เน็ตมีภัยอันตรายหลายรูปแบบ เช่น การถูกล่อลวงล่วงละเมิดทางเพศ ถูกหลอกในการซื้อสินค้า เอาข้อมูลส่วนตัวไปใช้ในทางมิชอบ ติดเกมออนไลน์ 55% เชื่อว่าการหาเพื่อนออนไลน์เป็นสิ่งสำคัญ และกว่า 70% รู้ว่าเพื่อนออนไลน์ไม่พูดความจริง นอกจากนี้ 61.39% คิดว่าการกลั่นแกล้งหรือละเมิดทางเพศจะไม่เกิดขึ้นกับตัวเอง และ 74.91% เชื่อว่าจัดการปัญหาได้เองเมื่อเผชิญปัญหา 77.90% เชื่อว่าสามารถช่วยเพื่อนที่มีปัญหาภัยออนไลน์ได้ “เด็กรู้เรื่องว่ามีภัย แต่เด็กประมาทและคิดว่าสามารถแก้ปัญหาได้

ด้วยตัวเอง ดังนั้นจึงเป็นประเด็นที่ควรทบทวนว่ามีเครื่องมือในการให้ความรู้กับเด็กเพียงพอหรือไม่" (ดร.ศรีดา ตันทะอธิพานิช,2561) ผลสำรวจในส่วนของครูไทย 214 คน พบว่า ยังมีสัดส่วนของคุณครูจำนวน 21 คนไม่สามารถสังเกตถึงภัยออนไลน์ Cyber bullying ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นที่น่ายินดีว่าครูมีการตื่นตัวที่จะให้ความรู้เรื่องทักษะชีวิตในโลกยุคดิจิทัล หรือ พลเมืองดิจิทัล (Digital Citizenship) โดยเห็นความสำคัญของหลักสูตรพลเมืองดิจิทัลว่าควรมีอยู่ในบทเรียนถึง 88 % (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2560) ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงปัญหาของทักษะทางพลเมืองดิจิทัลของนักเรียนไทย อีกทั้งการขาดแคลนสื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัยและน่าสนใจยังเป็นอุปสรรคสำคัญในการดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้การพัฒนาเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลในห้องเรียน ทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Learning Theory) เสนอแนวคิดว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์และการลงมือปฏิบัติ มีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนความเป็นพลเมืองดิจิทัล ช่วยให้เกิดการคิดและสร้างความรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งมีรากฐานมากจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Piaget เรียกว่า คอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) และของ Vygotsky เรียกว่า คอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ซึ่งเน้นเกี่ยวกับบริบททางสังคม (สุมาลี ชัยเจริญ, 2559) กล่าวว่าแนวคิดทฤษฎีนี้มุ่งเน้นการสร้างมากกว่าการรับความรู้ มีผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือที่เรียกว่าสกีมา (Schema) เป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมหรือโครงสร้างทางปัญญาเดิมกับข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่จากสิ่งแวดล้อมที่มีความขัดแย้งหรือแตกต่างกับโครงสร้างทางปัญญาเดิม โดยการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมหรือสกีมาของตนเอง เพื่อปรับใหม่เข้าสู่สภาพสมดุล (Equilibrium) ของแต่ละบุคคล หรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง โดยเปลี่ยนจากการเรียนแบบท่องจำมาเป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์ตรง การทดลอง และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของการเป็นพลเมืองดิจิทัล ดังนั้น การนำแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มาประยุกต์ใช้ในการสอนจึงมีแนวโน้มที่จะช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนที่เน้นการท่องจำ และนำไปสู่การพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานในยุคดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความสำคัญของทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล และตระหนักถึงปัญหาในการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งมั่นที่จะพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยบูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่แปลกใหม่จากรูปแบบการสอนปกติ และการบูรณาการกับปัญญาประดิษฐ์ เพื่อช่วยเหลือและส่งเสริมผู้เรียนในการแก้ปัญหา สื่อสาร และหาความรู้ กระตุ้นการมีส่วนร่วม และส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลอย่างเป็นระบบ การวิจัยนี้มีเป้าหมายในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัล และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับการใช้ชีวิตในสังคมยุคปัจจุบันที่เราอยู่ร่วมกับผู้อื่นทั้งโลกความจริงและสังคมโซเชียลมีเดียบนโลกออนไลน์

คำถามการวิจัย

1. การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

2. การเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้เรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้เรียนเป็นอย่างไรและอยู่ในระดับใด

3. การเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช มีผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบที่ไม่ได้บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ มีค่านัยสำคัญทางสถิติอยู่ในระดับใด

4. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล ของนักเรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบที่ไม่ได้บูรณาการปัญญาประดิษฐ์

3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แบบที่ไม่ได้บูรณาการปัญญาประดิษฐ์

4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีดิจิทัลในศตวรรษที่ 21 ได้พลิกโฉมวิถีชีวิตและการเรียนรู้ของผู้คนทั่วโลกอย่างสิ้นเชิง ในขณะที่เยาวชนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างไร้ขีดจำกัด แต่สิ่งที่แฝงมาพร้อมกันคือภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่ซับซ้อน การเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เรียนจึงมิใช่เพียงการสอนทักษะการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีเท่านั้น แต่มุ่งเน้นไปที่การสร้างภูมิคุ้มกันและการบ่มเพาะ "ทักษะความ

เป็นพลเมืองดิจิทัล (Digital Citizenship)" ซึ่งเป็นสมรรถนะขั้นสูงที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมิน วิเคราะห์ ตัดสินใจ และเลือกใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีได้อย่างมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบดั้งเดิมที่เน้นการท่องจำเนื้อหามักไม่สามารถตอบสนองต่อการสร้างสมรรถนะดังกล่าวได้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความจำเป็นในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูงผ่านการลงมือปฏิบัติจริง

เพื่อพลิกโฉมการจัดการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำรากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็น "ผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง" มาเป็นแกนกลางทางความคิด นั่นคือ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) โดยบูรณาการมิติเชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) ของ Piaget (1970) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายจนเกิดภาวะเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) กระตุ้นให้ต้องปรับโครงสร้างทางความคิด ผนวกเข้ากับมิติเชิงสังคม (Social Constructivism) ของ Vygotsky (1978) ที่เน้นย้ำถึงความสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) และการจัดเตรียมพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development: ZPD) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ของ อิศรา ก้านจักร (2547, 2552) ที่ชี้ให้เห็นว่า การแปรเปลี่ยนทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ลงสู่การปฏิบัติ จำเป็นต้องสร้างสภาพแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ "ลงมือกระทำการเรียนรู้" ด้วยตนเอง (Active Learning) โดยจัดเตรียม "ฐานความช่วยเหลือ (Scaffolding)" อย่างเป็นระบบ เพื่อพยุงให้ผู้เรียนสามารถก้าวข้ามขีดจำกัดของตนเองเมื่อต้องเผชิญกับภารกิจที่ซับซ้อน นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้บูรณาการทฤษฎีประมวลสารสนเทศ (Information Processing Theory) ผ่านโมเดล SOI ของ Mayer (1999) ที่เน้นการออกแบบสารสนเทศให้เอื้อต่อการคัดเลือก (Selection) จัดระเบียบ (Organization) และบูรณาการข้อมูล (Integration) เพื่อลดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ของผู้เรียนในขณะแก้ปัญหา

การแปรเปลี่ยนทฤษฎีทางจิตวิทยาลงสู่การปฏิบัติในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้นำศาสตร์การสอน (Pedagogy) มาเป็นกรอบในการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยอาศัยโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Learning Environments: CLEs) ของ Jonassen (1999) และการเรียนรู้ตามสถานการณ์ (Situated Learning) ที่ให้ความสำคัญกับการใช้ "สถานการณ์ปัญหาที่อิงบริบทจริง" เป็นจุดเริ่มต้นในการขับเคลื่อนการเรียนรู้ ทำงานร่วมกับโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Learning Environments: OLEs) ของ Hannafin (1999) ที่มุ่งจัดเตรียมแหล่งทรัพยากรและฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding) ใน 4 มิติ ได้แก่ ด้านแนวคิด ด้านการกำกับการรู้คิด ด้านกระบวนการ และด้านกลยุทธ์ ควบคู่ไปกับการประยุกต์ใช้แนวคิดการฝึกหัดทางปัญญา (Cognitive Apprenticeship) ของ Collins (1989) ที่เปลี่ยนบทบาทของผู้สอนจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ มาเป็น "ผู้ให้คำปรึกษาหรือโค้ช (Coach)" ที่คอยชี้แนะและกระตุ้นการสะท้อนคิดของผู้เรียน

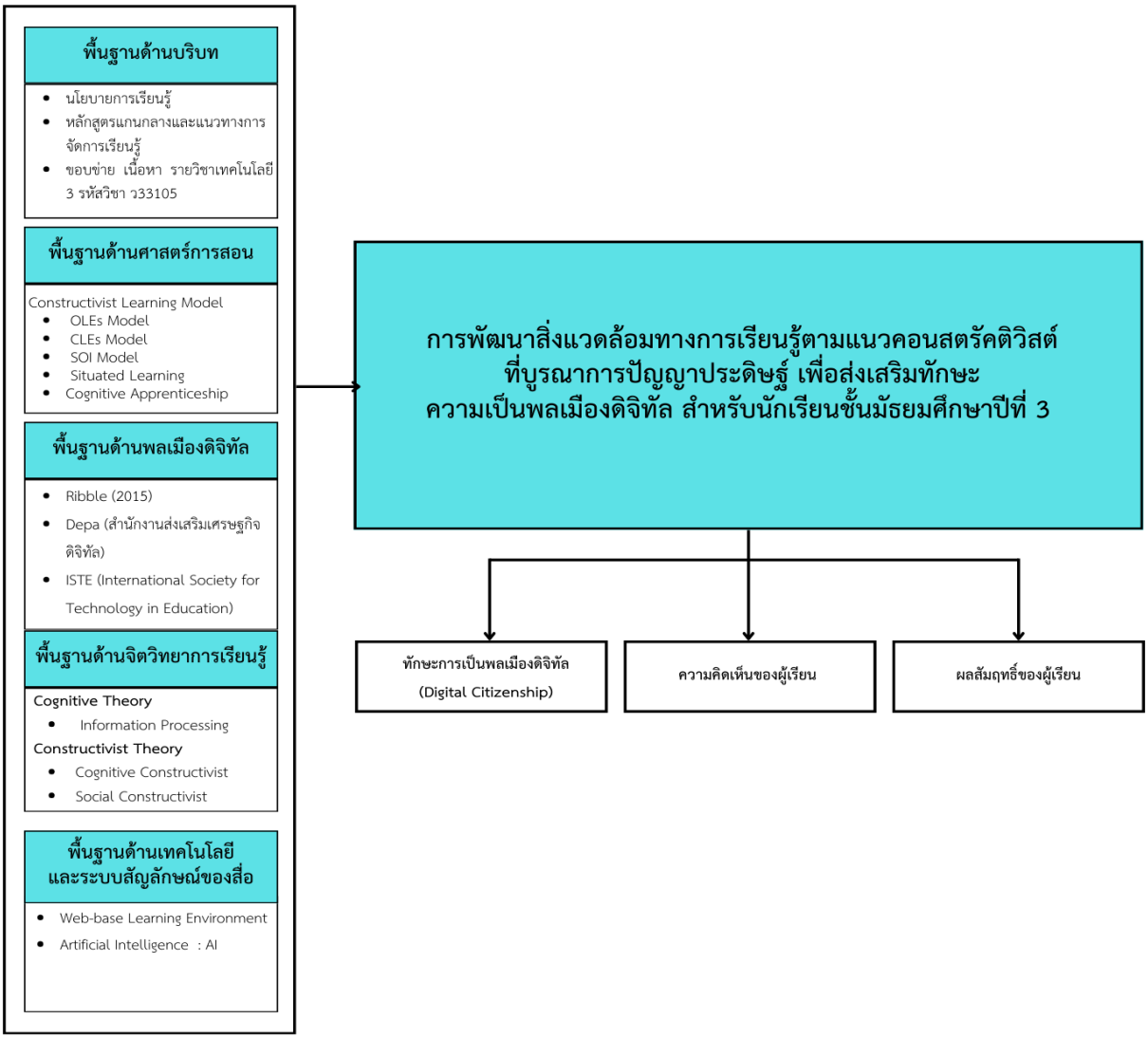
ยิ่งไปกว่านั้น เพื่อก้าวข้ามข้อจำกัดของห้องเรียนและตอบสนองต่อวิถีการเรียนรู้ของเด็กรุ่นใหม่ (Digital Natives) ผู้วิจัยได้บูรณาการสื่อและเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาเป็นกลไกขับเคลื่อนหลัก โดยนำระบบการเรียนรู้บนเครือข่าย (Web-based Learning) มาใช้เพื่อสร้างความยืดหยุ่นให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่ง

เรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ผสมผสานกับการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ในรูปแบบของ Generative AI Chatbot มาทำหน้าที่เป็น "ผู้ช่วยโค้ชเสมือนจริง" การบูรณาการ AI ในบริบทนี้ช่วยจำลองปฏิสัมพันธ์แบบเรียลไทม์ (Real-time Feedback) ทำให้ผู้เรียนได้รับการชี้แนะแบบเฉพาะบุคคล (Personalized Coaching) ตลอดเวลา ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความประหม่าในการตั้งคำถามแล้ว ยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าที่จะสำรวจและค้นหาคำตอบด้วยตนเองอย่างอิสระ

เป้าหมายสูงสุดของการหล่อหลอมทฤษฎี ศาสตร์การสอน และเทคโนโลยีทั้งหมดเข้าด้วยกัน คือการยกระดับ "ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล" ให้กลายเป็นรูปธรรมที่จับต้องและนำไปใช้ได้จริง ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบมาตรฐานความฉลาดทางดิจิทัล (Digital Intelligence) ของ DQ Institute (2020) มาใช้เป็นแกนสาระสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย 8 สมรรถนะหลัก ได้แก่ 1) เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล 2) การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล 3) การจัดการการกลั่นแกล้งบนโลกดิจิทัล 4) การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย 5) การจัดการความเป็นส่วนตัว 6) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 7) ร่องรอยทางดิจิทัล และ 8) ความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล มาบูรณาการเข้ากับภารกิจการเรียนรู้

ด้วยความตระหนักถึงความสำคัญของทฤษฎีและหลักการทั้งหมดที่เกื้อหนุนกัน ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์รากฐานทางวิชาการดังกล่าว ออกมาเป็นนวัตกรรม "สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล" ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 6 ประการ ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา: การใช้เรื่องราวภารกิจอิงบริบทจริงเพื่อกระตุ้นความขัดแย้งทางปัญญา 2) แหล่งการเรียนรู้: การนำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่จัดระเบียบมาอย่างดี 3) ห้องแลกเปลี่ยนการเรียนรู้: พื้นที่ออนไลน์ (Padlet) สำหรับอภิปรายและสร้างความรู้ร่วมกัน 4) ศูนย์ส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล: ภารกิจจำลองเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ 5) ฐานการช่วยเหลือ: การสนับสนุน 4 ระดับเพื่อพยุงผู้เรียนให้ก้าวข้ามปัญหา และ 6) การโค้ช: ระบบการให้คำแนะนำจากผู้สอนและปัญญาประดิษฐ์ (AI Chatbot) แบบเรียลไทม์

ความสัมพันธ์อันเป็นเหตุเป็นผลระหว่างหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงเส้นทางจากการนำทฤษฎีมาเป็นฐานราก สู่การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ และนำไปสู่ผลลัพธ์คือการยกระดับทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยของการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) โดยประยุกต์ใช้แนวทางการวิจัยออกแบบและพัฒนานวัตกรรมของ Richey & Klein (2007) ร่วมกับแนวคิดของ อิศรา ก้านจักร (2559) โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Product Design and Development Phase) ในระยะนี้มุ่งเน้นการศึกษาสภาพบริบทและสังเคราะห์กรอบแนวคิดเพื่อออกแบบนวัตกรรม

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน (เพื่อตรวจสอบกรอบแนวคิด) 2) ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ จำนวน 3 ท่านและ 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกัลยาณวัตร จำนวน 160 คน เพื่อสำรวจสภาพบริบทและความต้องการ

2. เครื่องมือที่ใช้ แบบสำรวจสภาพบริบทการเรียนการสอน แบบสำรวจทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล และแบบสำรวจสภาพแวดล้อมและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

3. ใช้วิธีการวิจัยเอกสาร (Document Analysis) และการเก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (Google Form) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยการสรุป ตีความ และใช้สถิติเชิงพรรณนา (ร้อยละ) เพื่อสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี และออกแบบสร้าง "สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช" ทั้ง 6 องค์ประกอบ

ระยะที่ 2 การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Product Evaluate Phase) ระยะนี้เป็นการตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญและการทดลองใช้กลุ่มนำร่อง (Pilot Study)

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูลและกลุ่มนำร่อง ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรม จำนวน 9 ท่าน (ด้านเนื้อหา 3 ท่าน, ด้านสื่อ 3 ท่าน, ด้านการออกแบบ 3 ท่าน) 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน (ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย) และ 3) นักเรียนกลุ่มนำร่อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ แบบประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ) แบบวัดทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสำรวจความคิดเห็น

3. การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอนวัตกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พร้อมปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากนั้นหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือ แล้วนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับกลุ่มนำร่อง (ใช้เวลา 2 ชั่วโมง) เพื่อหาข้อบกพร่องของระบบและปรับปรุงนวัตกรรมให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง

ระยะที่ 3 การหาความตรงและศึกษาผลการใช้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ (Validation of Product Phase) ระยะนี้เป็นการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้จริง โดยใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) แบบกลุ่มควบคุมทดสอบก่อนและหลังเรียน (Pretest-Posttest Control Group Design) เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของนวัตกรรม

1.ประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกัลยาณวัตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 160 คน (4 ห้องเรียน)

3.กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน (เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมฯ ที่บูรณาการ AI สำหรับการโค้ช) และ กลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน (เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมฯ ปกติที่ใช้ผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา)

3.ตัวแปรที่ศึกษา คือ ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช และตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) ความคิดเห็นของผู้เรียน

4. เครื่องมือที่ใช้: 1) แบบวัดทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล (ประยุกต์ใช้รูบริคสกอร์ ตามกรอบ 8 ทักษะของ DQ Institute) 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ) และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน (มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ)

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล: ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ทั้งทักษะพลเมืองดิจิทัลและผลสัมฤทธิ์ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ใช้เวลา 5 คาบเรียน (คาบละ 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการ จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) และให้กลุ่มทดลองตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ ได้แก่ ทดสอบการแจกแจงของข้อมูล (Normal Distribution) เพื่อเลือกใช้สถิติที่เหมาะสม วิเคราะห์ระดับทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดเห็นของผู้เรียน ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage), ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (Paired Samples t-test) ในกรณีที่ข้อมูลแจกแจงปกติ และเปรียบเทียบผลคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบอิสระ (Independent Samples t-test)

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ชเพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) ห้องแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ 4) ศูนย์ส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล 5) ฐานการช่วยเหลือ และ 6) การโค้ช ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับ "ดีมาก" ทั้งด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางสรุปผลการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ

ด้านการประเมิน	จำนวนข้อ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ระดับคุณภาพ	ข้อที่เห็นชอบตรงกัน
การประเมินด้านเนื้อหา	15	0.95	95	ดีมาก	12
การประเมินด้านสื่อ	11	0.95	95	ดีมาก	9
การประเมินด้านการออกแบบ	31	0.96	96	ดีมาก	28
รวม	57	0.95	95	ดีมาก	49

2. ผลการศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง (ใช้ AI โค้ช) และกลุ่มควบคุม

(ใช้ผู้สอนเป็นโค้ช) มีทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลหลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ "ระดับดีมาก" โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 92.5 และกลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 92.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบปัญญาประดิษฐ์สามารถทำหน้าที่เป็นโค้ชเพื่อส่งเสริมทักษะได้เทียบเท่ากับมนุษย์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางสรุปผลการศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้เรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ด้านการประเมิน	จำนวนคะแนน	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล	3	2.67	89.2	2.7	90.8
การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล	3	2.67	89.2	2.7	90
การจัดการการกลั่นแกล้งบนโลกดิจิทัล	3	2.85	95	2.85	95
การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย	3	2.67	89.2	2.6	86.7
การจัดการความเป็นส่วนตัว	3	2.8	93.3	2.82	94.2
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	3	2.85	95	2.8	93.3
ร่องรอยทางดิจิทัล	3	2.8	93.3	2.8	93.3
ความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล	3	2.85	95	2.9	96.7
รวม	24	2.77	92.4	2.77	92.5

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 32.6 คะแนน (จากเต็ม 40) และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 31.72 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลสัมฤทธิ์	กลุ่มควบคุม					กลุ่มทดลอง				
	n	$\bar{X}$	S.D.	T-test	p-value	n	$\bar{X}$	S.D.	T-test	p-value
ก่อนเรียน	40	24.9	5.16	10.19	<0.001	40	25.56	5.16	10.43	<0.001
หลังเรียน	40	31.72	4.94			40	32.6	4.52		

4. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในระดับ "มากที่สุด" ในด้านสื่อ และด้านเนื้อหา และอยู่ในระดับ "มาก" ในด้านการออกแบบ โดยผู้เรียนระบุว่า AI ช่วยเพิ่มความเป็นส่วนตัว ลดความประหม่าในการตั้งคำถาม และให้คำตอบที่รวดเร็วทันใจ

อภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ พบว่า นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบสำคัญ 6 ประการ ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) ห้องแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ 4) ศูนย์ส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล 5) ฐานการช่วยเหลือ และ 6) การโค้ช ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในระดับ "ดีมาก" (ค่าเฉลี่ย 4.69 - 4.95) ความสำเร็จนี้เป็นผลมาจากการออกแบบที่ยึดหลักทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ อิศรา ก้านจักร (2547, 2552) ที่เน้นย้ำว่า การออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ "ลงมือกระทำการเรียนรู้ (Active Learning)" ผ่านสถานการณ์ปัญหาที่มีความหมาย โดยต้องมีการจัดเตรียม "ฐานความช่วยเหลือ (Scaffolding)" และพื้นที่สำหรับการร่วมมือกันแก้ปัญหา (Collaborative Learning) ซึ่งผู้วิจัยได้นำหลักการนี้มาผสานเข้ากับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Generative AI) ทำให้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ไม่เพียงแต่ดึงดูดความสนใจ แต่ยังสามารถทำหน้าที่เป็น "โค้ช" พยุงผู้เรียนให้ก้าวข้ามความซับซ้อนของเนื้อหาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ที่บูรณาการ AI โค้ช (กลุ่มทดลอง) และกลุ่มที่ใช้ครูผู้สอนเป็นโค้ช (กลุ่มควบคุม) มีทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลโดยรวมอยู่ในระดับ "ดีมาก" อย่างสูสีกัน (ร้อยละ 92.5 และ 92.4 ตามลำดับ) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากการออกแบบการเรียนรู้ได้ใช้ "สถานการณ์ปัญหา (Problem Situation)" ที่จำลองจากภัยคุกคามในชีวิตจริง (Situated Learning) บังคับให้ผู้เรียนต้องฝึกฝนทักษะทั้ง 8 ด้านตามกรอบของ DQ Institute ก่อนที่จะได้รับการชี้แนะ กระบวนการลองผิดลองถูกนี้ช่วยหล่อหลอมกระบวนการคิดอย่างเป็น

ระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ Jonassen (1999) ที่ชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างลึกซึ้งเมื่อผู้เรียนต้องเผชิญกับปัญหาที่ท้าทาย นอกจากนี้ การที่ระบบ AI สามารถให้คำแนะนำและกระตุ้นการสะท้อนคิด (Reflection) ได้เทียบเท่ากับผู้สอน สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการนำเทคโนโลยีมาใช้เสริมสร้างทักษะทางสังคม (Soft Skills) ข้อค้นพบนี้จึงนำไปสู่ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปที่ควรพัฒนาโปรแกรม AI ให้มีความสามารถในการโต้ตอบเชิงลึก (Deep Interaction) ที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน พบว่า ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการยกระดับผลสัมฤทธิ์ คือ การออกแบบ "แหล่งการเรียนรู้" ตามโมเดล SOI ของ Mayer (1999) ที่ช่วยเปลี่ยนเนื้อหาความเป็นพลเมืองดิจิทัลที่กว้างและเป็นนามธรรม ให้กลายเป็นภาพกราฟิก มัลติมีเดีย และโครงสร้างข้อมูลที่จัดระเบียบมาอย่างดี (Organizing) สิ่งนี้ช่วยลดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ทำให้ผู้เรียนสามารถประมวลผลสารสนเทศและเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับทฤษฎีประมวลสารสนเทศ (Information Processing Theory) ที่ยืนยันว่าการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นระบบจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) และส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

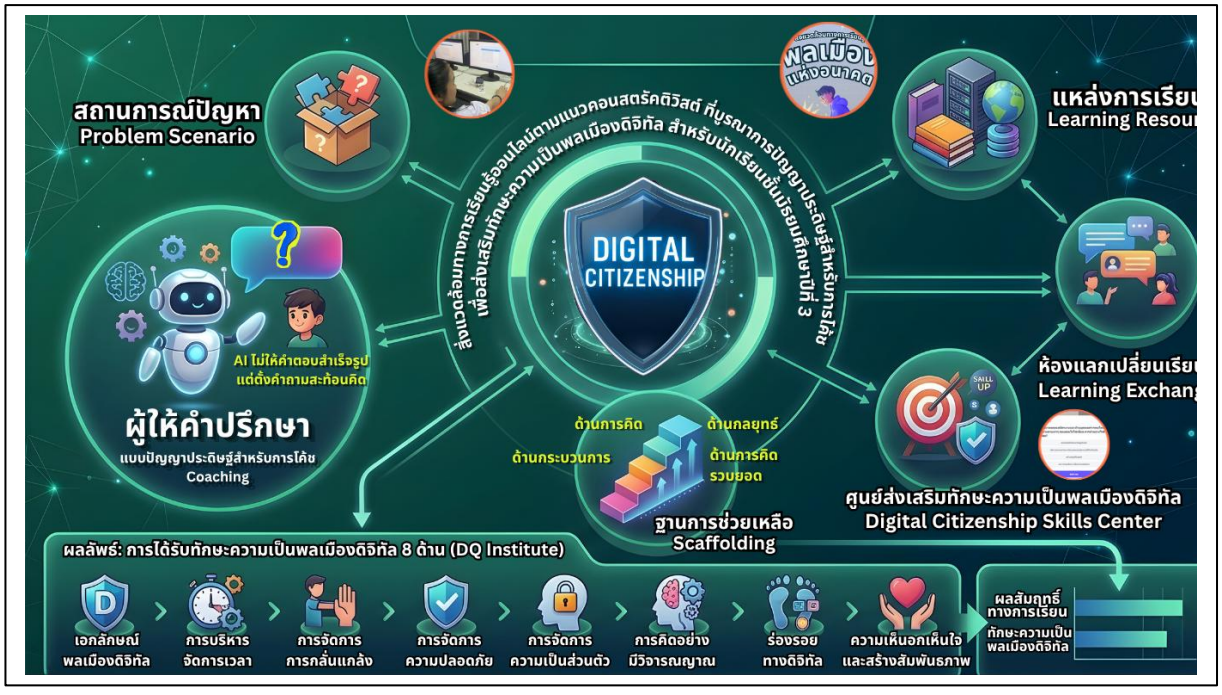
4. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในระดับดีมากถึงมากที่สุด โดยเฉพาะในด้าน "สื่อ" และ "เนื้อหา" เนื่องจากความแปลกใหม่ของการบูรณาการ AI เข้ามาเป็นผู้ช่วยส่วนตัว (Personalized Assistant) ทำให้ผู้เรียนรู้สึกถึงความเป็นส่วนตัว (Privacy) ลดความประหม่าในการตั้งคำถาม และได้รับการตอบสนองที่รวดเร็วทันใจ (Real-time Feedback) ซึ่งตอบโจทย์พฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กยุคดิจิทัล (Digital Natives) อย่างไรก็ตาม จากการอภิปรายผลในด้านการออกแบบ พบประเด็นที่น่าสนใจคือ ผู้เรียนมีความต้องการให้เพิ่มโหมดการเรียนรู้แบบออนไลน์เต็มรูปแบบที่สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา ข้อค้นพบนี้สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการความยืดหยุ่น (Flexibility) ในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องและนำไปสู่ "ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้" ที่ควรมีการขยายผลนวัตกรรมนี้ให้อยู่ในรูปแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน (Mobile Application) หรือแพลตฟอร์มที่รองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์ที่หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 อย่างยั่งยืน

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

นวัตกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการวิจัยครั้งนี้ คือ "สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล" ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญและพิสูจน์ประสิทธิผลในเชิงประจักษ์กับผู้เรียน องค์ความรู้ใหม่นี้เกิดจากการหลอมรวมทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เข้ากับศักยภาพของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) โดยพลิกโฉมกระบวนทัศน์จากการใช้ AI เป็นเพียงเครื่องมือสืบค้นหาคำตอบ มาเป็น "ผู้ช่วยโค้ชทางปัญญา (Cognitive Coach)" ภายใต้ระบบการจัดการเรียนรู้ที่มีโครงสร้าง 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) ห้องแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ 4) ศูนย์ส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล 5) ฐานการช่วยเหลือ และ 6) การโค้ช

กลไกการทำงานขององค์ความรู้ใหม่นี้ เริ่มต้นจากการใช้ "สถานการณ์ปัญหา" ที่จำลองจากภัยคุกคามในโลกไซเบอร์จริง (เช่น การกลั่นแกล้งออนไลน์ การจัดการร่องรอยทางดิจิทัล) เพื่อสร้างความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักและต้องการแก้ปัญหา จากนั้นเมื่อผู้เรียนลงมือปฏิบัติภารกิจผ่าน "ศูนย์ส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล" และเกิดข้อติดขัด ระบบจะทำงานผ่านกลไก "การโค้ชด้วยปัญญาประดิษฐ์" ควบคู่ไปกับ "ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding)" ทั้ง 4 มิติ (ด้านแนวคิด ด้านการกำกับการรู้คิด ด้านกระบวนการ และด้านกลยุทธ์) ปัญญาประดิษฐ์จะไม่ให้คำตอบสำเร็จรูป แต่จะทำหน้าที่ตั้งคำถามสะท้อนคิด (Reflection) ชี้แนะแนวทาง และพยุงให้ผู้เรียนก้าวข้ามข้อจำกัดของตนเอง (Zone of Proximal Development) ผนวกกับการใช้ "ห้องแลกเปลี่ยนการเรียนรู้" ที่ผู้เรียนได้อภิปรายร่วมกับเพื่อน ทำให้เกิดการตกผลึกทางความคิดและการเรียนรู้เชิงสังคมอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ ผลเชิงประจักษ์ยืนยันว่ากลไกการทำงานดังกล่าวสามารถเปลี่ยนนามธรรมของ "จริยธรรมทางเทคโนโลยี" ให้กลายเป็น "ทักษะที่นำไปปฏิบัติได้จริง" ผู้เรียนไม่เพียงแต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังมีสมรรถนะความเป็นพลเมืองดิจิทัลครอบคลุมทั้ง 8 ด้าน (ตามกรอบ DQ Institute) อยู่ในระดับดีมาก

ดังนั้น องค์ความรู้ใหม่นี้ไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ แต่ยังมีอิทธิพลต่อสังคมและวงการศึกษาในภาพรวม โดยเป็นต้นแบบ (Prototype) ที่แสดงให้เห็นถึงการยกระดับวิธีการสอนในยุคดิจิทัล นวัตกรรมนี้เปรียบเสมือน "วัคซีนทางปัญญา" ที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่เยาวชนไทย ให้สามารถรับมือกับความซับซ้อนของโลกออนไลน์ รู้จักป้องกันตนเอง เคารพผู้อื่น และใช้เทคโนโลยีอย่างมีความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการผลิตพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพสูง เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมและเศรษฐกิจของประเทศอย่างยั่งยืนและปลอดภัย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ และการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3ที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้นนั้นจะสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ ได้

2. ผลการศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้เรียน สามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้เรียนได้ โดยเฉพาะตามองค์ประกอบของทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลได้แก่ การจำแนกปัญหา การวิเคราะห์แบบแผน การคิดเชิงนามธรรม การออกแบบอัลกอริทึม

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียน เป็นข้อค้นพบที่สามารถเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อที่จะสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยที่นำเทคโนโลยี Augmented Reality มาบูรณาการในการเรียนการสอนหรือฐานการช่วยเหลือ สำหรับช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและสามารถแก้ไขปัญหาหรือเนื้อหาในบทเรียนได้ง่ายขึ้น

4. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ความจริงเสริมแบบเกม เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นสิ่งที่ค้นพบเพื่อสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯ ที่ส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลและการสร้างความรู้ของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีผัญญาประดิษฐ์ ที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในการส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล

2. ควรเพิ่มสถานการณ์ปัญหาของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯ ที่ซับซ้อนให้เพิ่มมากขึ้น เพิ่มความหลากหลายขององค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมออนไลน์ เพื่อการเล่นซ้ำมากขึ้น เพื่อความหลากหลายและส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สูงขึ้น

3. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

4. ควรศึกษาการนำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับการโค้ช เพื่อส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้น เช่น นักเรียนต่างระดับชั้น ต่างบริบทโรงเรียน หรือต่างพื้นที่ เพื่อศึกษาความเหมาะสมและประสิทธิภาพในบริบทที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2553). *การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บในระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ = Web-based instruction in e-learning system*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). *การออกแบบการเรียนแนวดิจิทัล: Digital learning design*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูชิต ชายทวีป. (2566). ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลของนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาเอกชน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ, 17*(1), 16-29.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2550, 18 มิถุนายน). *ความหมายของ e-Learning.* https://www.kroobanok.com/1586

ธัญธัช วิภัติภูมิประเทศ. (2557). *ทักษะการเป็นพลเมืองดิจิทัลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี.* รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิมลมาส อวิรุทธไพบูลย์. (2564). *ผลของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมทักษะสารสนเทศ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วสันต์ ศรีหิรัญ, คณิต ไข่มุกด์, สรเดช ครุฑจ้อน, และปณิตา วรรณพิรุณ. (2562). การพัฒนารูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับห้องเรียนแบบกลับด้านที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. *Veridian E-Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 12*(3), 674-696.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

ปริวรรต องค์ศุลี. (2560). ปัญญาประดิษฐ์กับเนื้อหาวิชาในหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี, 14*(1), 160-169

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2565). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570).* กรุงเทพฯ: สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2559). *การออกแบบการสอน: หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ.* พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนุชา โสมาบุตร. (2556, 25 กันยายน). *ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory).* https://teacherweekly.wordpress.com/2013/09/25/constructivist-theory/

อิศรา ก้านจักร. (2559). *พื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2).* ขอนแก่น: กลุ่มวิจัยนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางปัญญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อิสมาแอล ปูยัง. (2566). การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เสมือนจริงตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ รายวิชาวิทยาการคำนวณ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Journal of Information and Learning, 34*(2), 138–149.

DQ Institute. (2020). *What is the DQ Framework?* https://live.dqinstitute.org/global-standards/

International Society for Technology in Education. (2019). *ISTE standards for students*. https://www.iste.org/standards/for-students

Isaac, S., & Michael, W. B. (1995). *Handbook in research and evaluation*. 3rd ed. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Services.

UNESCO. (2019). *Fostering digital citizenship education in Asia-Pacific.* https://bangkok.unesco.org/content/fostering-digital-citizenship-education-asia-pacific