

DESIGNING A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-ENHANCED GAME-BASED LEARNING ENVIRONMENT TO FOSTERING COMPUTATIONAL THINKING FOR GRADE 11 STUDENTS: PHASE 1-THEORETICAL ANALYSIS AND FRAMEWORK DESIGN

Pongsakon HENGSAWAT¹, Issara KANJUG^{1*} and Chinnaphat JUNRUANG¹

1 Department of Innovation Technology and Learning Science, Khon Kaen University, Thailand;
issaraka@kku.ac.th (Corresponding Author)

ARTICLE HISTORY

Received: 3 November 2025

Revised: 17 November 2025

Published: 2 December 2025

ABSTRACT

This study aims to design a conceptual framework for the development of an Artificial Intelligence-Enhanced Game-Based Learning Environment to Fostering Computational Thinking for Grade 11 Students. As Phase 1 of a product-oriented developmental research project, the study focuses on theoretical analysis and the synthesis of a comprehensive design framework. The framework is grounded in constructivist learning theory, cognitive load theory, principles of game-based learning, and core components of computational thinking, alongside the application of artificial intelligence technologies such as Natural Language Processing and Generative AI. The Phase 1 results yielded a theoretically informed framework consisting of six core components: problem scenarios, learning resources, collaborative learning, a computational thinking hub, support systems, and an AI coaching system. These components collectively provide a systematic foundation for designing adaptive, personalized, and engaging learning experiences. The completed framework serves as a guideline for developing and evaluating a functional prototype in subsequent research phases.

Keywords: AI-GBL, Computational Thinking, Conceptual Framework Design

CITATION INFORMATION: Hengsatwat, P., Kanjug, I., & Junruang, C. (2025). Designing a Conceptual Framework for Development of Artificial Intelligence-Enhanced Game-Based Learning Environment to Fostering Computational Thinking for Grade 11 Students: Phase 1-Theoretical Analysis and Framework Design. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 3(12), 2

การออกแบบกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐาน ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5: ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ทฤษฎีและออกแบบกรอบแนวคิด

พงศกร เสงส์สวัสดิ์¹, อิศรา ก้านจักร^{1*} และ ชินภัทร จันทรเรือง¹

1 สาขาวิศวกรรม เทคโนโลยีและวิทยาการการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น;
issaraka@kku.ac.th (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐานที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็น ระยะที่ 1 ของการวิจัยเชิงพัฒนาแบบผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยทฤษฎีและการสังเคราะห์กรอบการออกแบบ โดยใช้ฐานคิดจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีภาระทางปัญญา กรอบการคิดเชิงคำนวณของ Anderson (2016) ทฤษฎีการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน และหลักการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ Natural Language Processing (NLP) และ Generative AI เพื่อสร้างกลไกป้อนกลับเชิงปรับตัวและการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เรียน กรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ได้ประกอบด้วยองค์ประกอบเชิงระบบ 6 ด้าน ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) การเรียนรู้แบบร่วมมือ 4) ศูนย์ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 5) ฐานช่วยเหลือ และ 6) ระบบโค้ชซึ่ง โดยมีการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและองค์ประกอบกรอบการออกแบบอย่างเป็นระบบ ผลลัพธ์ของระยะที่ 1 นี้เป็นกรอบแนวคิดที่พร้อมสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นต้นแบบจริงในระยะถัดไปของการวิจัยเชิงพัฒนา

คำสำคัญ: AI-GBL, การคิดเชิงคำนวณ, การออกแบบกรอบแนวคิด

ข้อมูลอ้างอิง: พงศกร เสงส์สวัสดิ์, อิศรา ก้านจักร และ ชินภัทร จันทรเรือง. (2568). การออกแบบกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐาน ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5: ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ทฤษฎีและออกแบบกรอบแนวคิด. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 3(12), 2

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 ทักษะการคิดเชิงคำนวณได้รับการยอมรับว่าเป็นสมรรถนะสำคัญสำหรับผู้เรียนทุกระดับ การเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจดิจิทัลทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกะ การออกแบบอัลกอริทึม และการคิดเชิงระบบมีความจำเป็นเพิ่มขึ้น (Wing, 2017) อีกทั้งการคิดเชิงคำนวณยังมอบเครื่องมือทางปัญญาให้แก่ผู้เรียนเพื่อใช้ในการเข้าถึงปัญหาอย่างมีระเบียบแบบแผน (Junruang & Kanjug, 2024) อย่างไรก็ตาม รายงาน PISA (OECD, 2018) พบว่า นักเรียนจำนวนมาก รวมถึงนักเรียนไทย ยังมีจุดอ่อนด้านการคิดเชิงวิเคราะห์และการแก้ปัญหา

ในบริบทประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ปรับปรุง 2560) ได้ระบุทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นเป้าหมายสำคัญในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่การจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาโดยทั่วไปยังขาดสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะนี้อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.5) ซึ่งเป็นช่วงชั้นที่ผู้เรียนมีความพร้อมด้านเหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดขั้นสูงมากกว่าช่วงชั้นก่อนหน้า แต่ยังมีปัญหา เช่น ความเข้าใจนามธรรมต่ำ การวางแผนเชิงอัลกอริทึมไม่เป็นขั้นตอน และการสรุปแบบจำลองเชิงระบบยังไม่แม่นยำ นอกจากนี้ โรงเรียนคำสร้อยพิทยาสรรค์ซึ่งเป็นบริบทของการพัฒนานวัตกรรมในงานวิจัยนี้ ได้รายงานว่าผู้เรียน ม.5 มีความสนใจในเกมและกิจกรรมเชิงปฏิบัติสูง แต่ขาดสื่อที่ผสานทักษะการคิดเชิงคำนวณเข้ากับระบบเกม ทำให้เกิดช่องว่างในการเรียนรู้ที่ต้องได้รับการพัฒนา

การบูรณาการเกมเป็นฐาน (GBL) เข้ากับปัญญาประดิษฐ์ (AI) เป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูง เนื่องจากเกมสามารถสร้างสถานการณ์จำลองที่มีปฏิสัมพันธ์สูง ขณะที่ AI สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เรียน ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบรายบุคคล และปรับระดับความยากของภารกิจให้เหมาะสม การพัฒนา กรอบแนวคิด (framework) ที่ชัดเจนสำหรับสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ดังกล่าวจึงเป็นขั้นตอนสำคัญก่อนการพัฒนาระบบต้นแบบและการทดสอบในระยะถัดไป

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้น ระยะที่ 1 ได้แก่ การวิเคราะห์ทฤษฎีและการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ เพื่อใช้เป็นรากฐานสำหรับพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐานที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อไป

การทบทวนวรรณกรรม

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับว่ามีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์จริง ทั้งด้านสังคม ภาษา และวัฒนธรรม (Piaget, 1952; Vygotsky อ้างใน Jonassen, 1991) พร้อมทั้งสอดคล้องกับทฤษฎีพุทธิปัญญา (Cognitive Theory) ที่ให้ความสำคัญกับการประมวลผลข้อมูลและการเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงซับซ้อน เช่น การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (Bruner, 1966; Sweller, 1988)

การเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน (Game-Based Learning: GBL) เป็นแนวทางที่นำองค์ประกอบของเกมมาใช้ในการสอน เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีส่วนร่วม โดยมุ่งเน้นการมีปฏิสัมพันธ์และการแก้ปัญหาในบริบทที่ท้าทาย (Plass et al., 2015) องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ เป้าหมายการเรียนรู้ กลไกของเกม บริบทและเรื่องราว การโต้ตอบ ผลป้อนกลับ และความท้าทายที่สมดุล (Qian & Clark, 2016) ประโยชน์ของ GBL คือ ช่วยเพิ่มแรงจูงใจ พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง อีกทั้งยังช่วยลดความเครียดและสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นมิตร

Anderson (2016) ได้เสนอว่า การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) ประกอบด้วย 5 ความสามารถหลักที่สำคัญต่อการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ ได้แก่ การแบ่งปัญหา (Decomposition) เพื่อแยกปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนย่อยที่จัดการได้ง่ายขึ้น การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เพื่อค้นหาโครงสร้างหรือกฎเกณฑ์ที่ซ้ำกัน การสร้างนามธรรม (Abstraction) ในการสร้างแบบจำลองหรือแนวคิดจากข้อมูลที่มี การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm

Design) เพื่อกำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และ การประเมินผล (Evaluation) โดยการทดสอบ แก้ไข และปรับปรุงแนวทางแก้ไขเพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการทำงานถูกต้องและสมบูรณ์

จากงานวิจัยของ Lu et al. (2023) พบว่า การนำเกมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ (Game-Based Learning: GBL) มีผลกระทบเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้เกมประเภทบทบาทสมมติ (role-playing) ซึ่งให้ผลดีที่สุดเมื่อเทียบกับเกมประเภทอื่นๆ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังชี้ให้เห็นว่าระยะเวลาในการเรียนรู้ก็ส่งผลต่อประสิทธิผลของการใช้เกมเช่นกัน โดยช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด คือ ระหว่าง 4 ชั่วโมง ถึง 1 สัปดาห์ การค้นพบนี้จึงสนับสนุนแนวคิดที่ว่าการเล่นการเกมเข้ากับกระบวนการเรียนการสอนสามารถเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการคิดที่ซับซ้อนให้กับผู้เรียนได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อออกแบบกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐานที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในระยะที่ 1 ของการวิจัยเชิงพัฒนา

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา ประเภท Product Research (Type I) ตามกรอบของ Richey and Klein (2007) และ อิศรา ก้านจักร (2559) ในระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนา (Design and Development) ซึ่งแบ่งเป็นสองขั้นตอน: 1) การวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี โดยพิจารณาจากทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีการทางปัญญา กรอบการคิดเชิงคำนวณของ Anderson (2016) หลักการ GBL และแนวคิดด้านเทคโนโลยี เช่น Virtual Interactive Technology, NLP และ Generative AI 2) การสังเคราะห์กรอบการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงฐานทฤษฎีกับองค์ประกอบการออกแบบอย่างเป็นระบบ

ระยะนี้ ยังไม่มีการทดลองใช้หรือเก็บข้อมูลกับผู้เรียน การนำกรอบแนวคิดไปพัฒนาเป็นต้นแบบและประเมินผล จะดำเนินการในระยะที่ 2-3 ในงานวิจัยฉบับต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

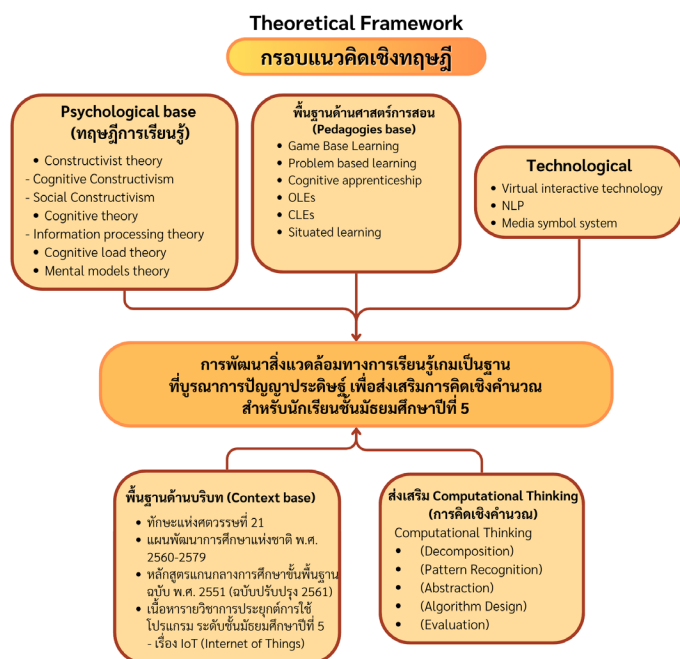
การสังเคราะห์กรอบทฤษฎี

การวิจัยฉบับนี้นำเสนอผลลัพธ์จาก ระยะที่ 1 ของการวิจัยแบบพัฒนา (Developmental Research) ซึ่งมุ่งออกแบบกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีสำหรับพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐานที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ (AI-GBL Framework) โดยยังไม่ครอบคลุมการนำไปใช้หรือการประเมินผลจริงกับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นส่วนของระยะถัดไป กรอบแนวคิดนี้ผสมองค์ความรู้จากพื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ ศาสตร์การสอน เทคโนโลยี บริบทการศึกษาไทย และกรอบทักษะคิดเชิงคำนวณ เพื่อสร้างโมเดลการออกแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในศตวรรษที่ 21 พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ทำให้เข้าใจกลไกการสร้างความรู้ของผู้เรียน โดยตั้งอยู่บนแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มองว่า ความรู้เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับประสบการณ์ (Piaget, 1955) และถูกเสริมด้วยกรอบคิดคอนสตรัคติวิสต์ทางสังคมซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นและบริบททางสังคม (Vygotsky, 1992) สิ่งแวดล้อมแบบเกมจึงตอบสนองแนวคิดดังกล่าวโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการลงมือทำในสถานการณ์จำลองที่คล้ายจริง ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล (Klausmeier, 1985) และทฤษฎีการทางปัญญา (Sweller, 1994) ชี้ถึงความจำเป็นในการออกแบบสื่อที่จัดการภาระทางความคิด เช่น การแบ่งปัญหาเป็นส่วนย่อยหรือการใช้สัญลักษณ์นำสายตา ส่วนทฤษฎีโมเดลทางความคิด (Mayer, 1992) ส่งเสริมการสร้างแบบจำลองเชิงเหตุผลเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของปัญหาได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น การผนวกทฤษฎีเหล่านี้เข้าด้วยกันนำไปสู่การออกแบบสถานการณ์ปัญหา กิจกรรมในเกม และระบบช่วยเหลือที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ตามธรรมชาติของผู้เรียน

พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน เน้นการออกแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหา และสะท้อนคิด โดยอาศัยแนวคิดการเรียนรู้ฐานเกม (Game-Based Learning) การเรียนรู้ฐานปัญหา (Problem-Based Learning) และการฝึกหัดเชิงพุทธิภาวะ (Cognitive Apprenticeship) ซึ่งเน้นการสาธิต การชี้แนะ และการสะท้อนคิดอย่างเป็นระบบ (Brown & Collins, 1991) รวมถึงแนวคิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง (OLEs; Hannafin, 1999) และบริบทการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Situating Learning; Brown, Collins, & Duguid, 1989) แนวคิดเหล่านี้ช่วยกำหนดบทบาทของเกมให้เป็นพื้นที่ทดลองเชิงกลยุทธ์หรือ "learning sandbox" ซึ่งผู้เรียนสามารถลองผิดลองถูก แก้ไข และพัฒนาวิธีคิดเชิงระบบอย่างต่อเนื่อง ทั้งหมดนี้เชื่อมโยงกับองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เช่น การจัดลำดับกิจกรรม การกำหนดแหล่งข้อมูล และการออกแบบความท้าทายในแต่ละสถานการณ์

พื้นฐานด้านเทคโนโลยีเน้นการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ โดยเฉพาะระบบปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงและเทคโนโลยีประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) ที่ช่วยให้เกมสามารถโต้ตอบและให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนได้อย่างชาญฉลาด งานวิจัยสมัยใหม่ยืนยันถึงความสามารถของ AI ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านข้อมูลการสื่อสาร การออกแบบแนวคิด หรือบันทึกการปฏิบัติงานภายในระบบ (Cheng et al., 2023; Troiano et al., 2025; Akgun & Green, 2024) กรอบแนวคิดนี้ได้กำหนดกลไกเชิงลึกของ AI ไว้อย่างชัดเจน เช่น การใช้ log data และ chat logs ในการจำแนกระดับความเข้าใจ การใช้โมเดลสร้างข้อความเพื่อให้ feedback ที่ปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้เรียน รวมถึงการปรับระดับความซับซ้อนของภารกิจตามพฤติกรรมและรูปแบบการคิดที่สังเกตได้ เทคโนโลยีเหล่านี้สอดคล้องกับเป้าหมายการสร้างระบบเรียนรู้แบบปรับตัวที่รองรับความแตกต่างระหว่างผู้เรียน

พื้นฐานด้านบริบทการศึกษาไทยช่วยให้กรอบแนวคิดสอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรและความต้องการทักษะของผู้เรียนไทย โดยยึดหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ.2551 (ปรับปรุง 2561) และกรอบสมรรถนะผู้เรียนไทย พ.ศ.2565 ซึ่งให้ความสำคัญกับทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะด้านดิจิทัล การเลือกกลุ่มเป้าหมายระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเหตุผลจากความท้าทายของเนื้อหา เช่น Internet of Things (IoT) การออกแบบระบบอัตโนมัติ และแนวคิดเชิงอัลกอริทึม ซึ่งล้วนต้องการการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ การใช้สภาพแวดล้อมเกมที่บูรณาการ AI จึงช่วยเติมเต็มช่องว่างด้านความเข้าใจเชิงเหตุผล การแบ่งปัญหา และการออกแบบขั้นตอนวิธีของผู้เรียนในระดับขั้นนี้ เมื่อรวมพื้นฐานทั้งสี่ด้านเข้ากับกรอบทักษะคิดเชิงคำนวณตามกรอบของ Anderson (2016) ซึ่งประกอบด้วย การแบ่งปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม การออกแบบขั้นตอนวิธี และการประเมินผล ถูกใช้เป็นแกนกลางเชื่อมโยงทุกส่วนของการออกแบบ ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะเหล่านี้ผ่านการโต้ตอบกับเกม เช่น การวิเคราะห์สถานการณ์ การวางแผนแก้ปัญหา การทดลองวิธีแก้ และการใช้ข้อมูลป้อนกลับจาก AI เพื่อปรับวิธีคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ ระบบ Learning Analytics จะติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้ข้อมูลสะท้อนกลับแบบเรียลไทม์ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบ CT แต่ละด้าน ทำให้เกิดการเรียนรู้เชิงลึกและการพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงระบบอย่างยั่งยืน กล่าวโดยสรุป กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่สังเคราะห์ขึ้นนี้แสดงถึงการบูรณาการระหว่างจิตวิทยาการเรียนรู้ ศาสตร์การสอน เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ และบริบทการศึกษาไทย เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐานที่ยืดหยุ่น ปรับตามผู้เรียน และสนับสนุนการพัฒนาทักษะคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรอบแนวคิดนี้จึงเป็นผลลัพธ์สำคัญของระยะที่ 1 ของงานวิจัย และเป็นรากฐานสำหรับการพัฒนา การนำไปใช้จริง และการประเมินผลในระยะ 2 และ 3 ต่อไป

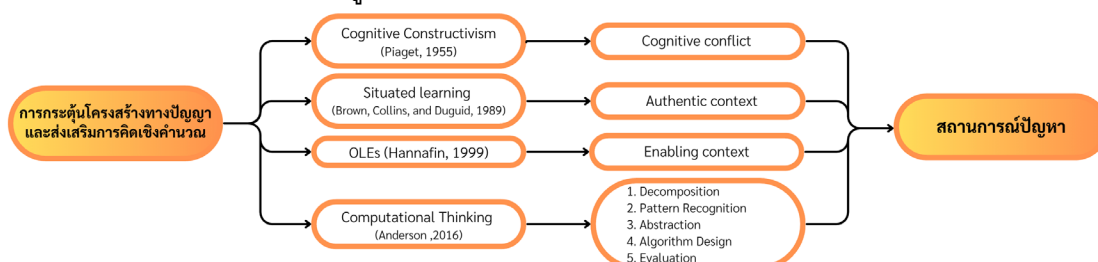


ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐาน ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบนวัตกรรม

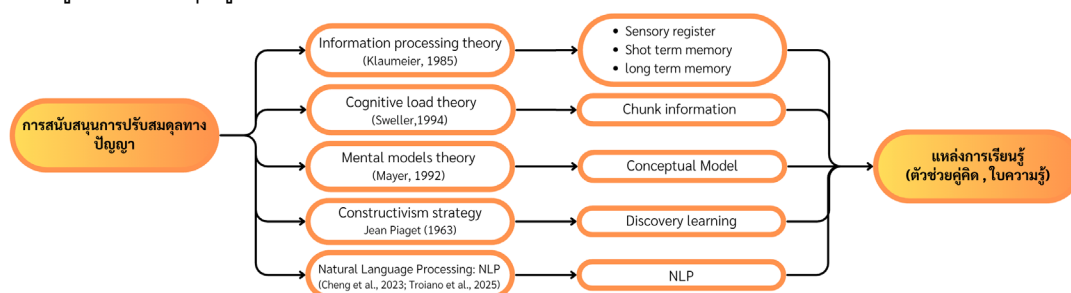
การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์ยุคดิจิทัลจำเป็นต้องตั้งอยู่บนฐานทฤษฎีที่แข็งแกร่งและเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงคำนวณให้กับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งต้องเผชิญกับความซับซ้อนของเนื้อหาและความจำเป็นในการคิดเชิงระบบในระดับสูง งานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งนำเสนอผลจาก “ระยะการออกแบบกรอบแนวคิด” ของการวิจัยแบบพัฒนา เพื่อสร้างรากฐานสำหรับการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ในระยะถัดไป

กรอบแนวคิดเริ่มต้นด้วยมิติการ กระตุ้นโครงสร้างทางปัญญาและการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งอาศัยทฤษฎีหลักหลายประการ ได้แก่ Cognitive Constructivism ของ Piaget (1955) ทฤษฎีนี้มองว่า ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ผ่านการเผชิญความขัดแย้งทางปัญญาและการปรับโครงสร้างความคิด (schema) เพื่อสร้างสมดุลใหม่ ขณะเดียวกัน Situated Learning (Brown et al., 1989) ชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้มีความหมายเมื่อเกิดภายใต้บริบทจริงและการลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้แนวคิด Open Learning Environments (Hannafin, 1999) อธิบายสภาพแวดล้อมแบบเปิดที่ช่วยให้ผู้เรียนมีอิสระในการสำรวจและตั้งคำถาม พร้อมเครื่องมือสนับสนุนที่เหมาะสม ส่วน Computational Thinking (Anderson, 2016) ช่วยกำหนดโครงสร้างการคิดเชิงระบบ เช่น การแบ่งย่อยปัญหา การสังเกตรูปแบบ และการออกแบบขั้นตอนวิธี เมื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทั้งสี่เข้าด้วยกัน จึงสามารถออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นการคิดอย่างลึกซึ้ง เชื่อมโยงกับประสบการณ์จริง และเปิดพื้นที่ให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะเชิงคำนวณได้อย่างเป็นระบบ



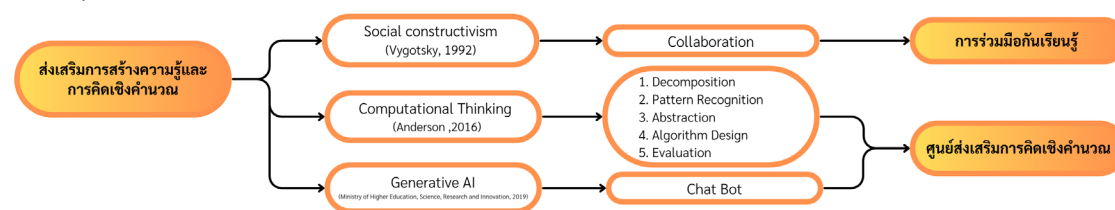
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการออกแบบการกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญาและส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

ใน มิติการสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา การออกแบบใบความรู้และสื่อสนับสนุนต่างๆ ตั้งอยู่บนฐานของ Information Processing Theory (Klausmeier, 1985) ซึ่งอธิบายกลไกการประมวลผลข้อมูลจากหน่วยความจำระยะสั้นสู่ระยะยาว Cognitive Load Theory (Sweller, 1994) ถูกนำมาใช้เพื่อลดภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็นและออกแบบเนื้อหาให้อยู่ในระดับที่ผู้เรียนสามารถจัดการได้ ขณะที่ Mental Models Theory (Mayer, 1992) ช่วยชี้แนะแนวทางการใช้แผนภาพหรือแบบจำลองเพื่อสร้างความเข้าใจเชิงโครงสร้าง นอกจากนี้ กลยุทธ์เชิงคอนสตรัคติวิสต์ (Piaget, 1963) ยังเน้นบทบาทของการค้นพบด้วยตนเองผ่านการสำรวจและตั้งคำถาม และเทคโนโลยี NLP (Cheng et al., 2023; Troiano et al., 2025) ช่วยเสริมความสามารถของระบบตัวช่วยคู่คิด เช่น การสรุปข้อความหรือการตอบคำถามแบบภาษาธรรมชาติ การบูรณาการทฤษฎีเหล่านี้ทำให้สื่อการเรียนรู้สามารถลดความซับซ้อน ช่วยจัดระบบความรู้ และสนับสนุนผู้เรียนให้สร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งได้



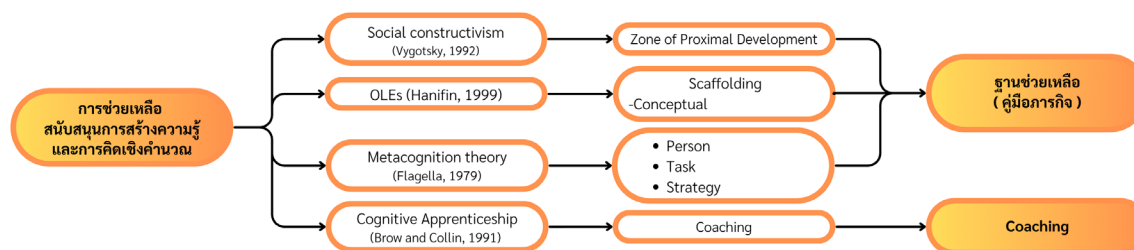
ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการออกแบบการสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา

มิติที่สาม คือ การส่งเสริมการสร้างความรู้และการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งอาศัยพลังร่วมจาก Social Constructivism ของ Vygotsky (1992) ที่เน้นบทบาทปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในการสร้างความรู้ ร่วมกับกรอบ Computational Thinking (Anderson, 2016) ที่ให้ลำดับขั้นการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ แนวคิด Generative AI (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2019) ซึ่งศักยภาพของ AI ที่สามารถโต้ตอบ วิเคราะห์ข้อมูล และให้คำแนะนำแบบปรับเปลี่ยนได้ (adaptive guidance) ผ่าน Chat Bot หรือผู้ช่วยเรียนรู้ดิจิทัล ระบบดังกล่าวจึงช่วยสนับสนุนผู้เรียนทั้งในด้านการตรวจสอบแนวคิด การแก้ปัญหา และการสร้างความรู้ร่วมกันในลักษณะที่ยืดหยุ่นและเฉพาะบุคคลมากขึ้น



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดการออกแบบส่งเสริมการสร้างความรู้และการคิดเชิงคำนวณ

มิติสุดท้าย คือ การช่วยเหลือเพื่อส่งเสริมการสร้างความรู้และการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งพัฒนาขึ้นจากทฤษฎีการเรียนรู้หลายสำนักอย่างสอดประสาน โดย Social Constructivism ผ่าน Zone of Proximal Development (Vygotsky, 1992) ช่วยกำหนดช่วงความสามารถที่ผู้เรียนจะพัฒนาได้เมื่อมีผู้ช่วยเหลือ ขณะเดียวกัน Open Learning Environments (Hannafin, 1999) ให้แนวคิดเรื่อง conceptual scaffolding ที่ช่วยวางกรอบคิดอย่างเป็นระบบ ทฤษฎี Metacognition (Flavell, 1979) เน้นการวางแผน ตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการคิด ส่วน Cognitive Apprenticeship (Brown & Collins, 1991) อธิบายบทบาทของการสาธิต การโค้ชชิ่ง และการชี้แนะในบริบทจริง การบูรณาการองค์ประกอบเหล่านี้นำไปสู่การออกแบบฐานช่วยเหลือ คู่มือภารกิจ และระบบโค้ชที่ยืดหยุ่น ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะแบบก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดการออกแบบการช่วยเหลือ สนับสนุนการสร้างความรู้การคิดเชิงคำนวณ

เมื่อรวมทั้งสี่มิติเข้าด้วยกัน กรอบแนวคิดการออกแบบนวัตกรรมที่ได้จึงเป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา แหล่งการเรียนรู้ กระบวนการทำงานร่วมกัน ศูนย์ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ฐานช่วยเหลือ และการโค้ช ซึ่งทำงานสอดประสานกันด้วยหลักการสำคัญ เช่น cognitive conflict, authentic context, chunking, collaboration, NLP-based support, scaffolding และ coaching องค์ประกอบเหล่านี้ไม่เพียงตอบโจทย์ผู้เรียนในระดับ ม.5 ที่ต้องพัฒนาทักษะเชิงเหตุผลขั้นสูง แต่ยังสอดคล้องกับทิศทางการศึกษาของไทยที่มุ่งเน้นสมรรถนะและการเรียนรู้ที่ยั่งยืน กรอบแนวคิดนี้จึงวางรากฐานในการพัฒนานวัตกรรมที่จะถูกนำไปทดลองและประเมินในระยะถัดไปของงานวิจัยแบบพัฒนา



ภาพที่ 6 การออกแบบกรอบแนวคิดการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมเป็นฐาน ที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทสรุป

การสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและองค์ประกอบการออกแบบในงานวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐานที่บูรณาการปัญญาประดิษฐ์ สามารถพัฒนาได้บนรากฐานทางวิชาการที่หลากหลายและสอดประสานกันอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะเมื่อมุ่งหมายพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งต้องเผชิญกับความซับซ้อนของเนื้อหาและความท้าทายด้านการคิดเชิงนามธรรม งานวิจัยใน

ระยะนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบกรอบแนวคิดเชิงโครงสร้าง เพื่อวางรากฐานสำหรับการพัฒนานวัตกรรมและการนำไปใช้จริงในระยะต่อไปอย่างชัดเจน

แกนกลางของกรอบแนวคิดตั้งอยู่บนฐานความรู้ห้าด้าน ได้แก่ ฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ ฐานด้านศาสตร์การสอน ฐานเทคโนโลยี ฐานบริบท และกรอบทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ แนวคิด Constructivism (Piaget, 1955; Vygotsky, 1992) Information Processing Theory (Klausmeier, 1985) Cognitive Load Theory (Sweller, 1994) และ Mental Models (Mayer, 1992) ช่วยอธิบายกลไกการสร้างและปรับโครงสร้างความรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะการเผชิญความขัดแย้งทางปัญญา การจัดระบบข้อมูล และการสร้างภาพจำลองความคิด ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของผู้เรียน ม.5

ด้านศาสตร์การสอน แนวคิด Situated Learning (Brown et al., 1989) Social Constructivism (Vygotsky, 1992) Open Learning Environments (Hannafin, 1999) และ Cognitive Apprenticeship (Brown & Collins, 1991) ช่วยกำหนดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ผ่านปัญหาโลกจริง การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การตั้งคำถาม และการได้รับคำชี้แนะอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงแนวคิดเหล่านี้เข้าด้วยกันทำให้การออกแบบเน้นทั้งการสร้างคามหมายจากการลงมือปฏิบัติและการเติบโตผ่านโครงข่ายที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียน

ด้านเทคโนโลยี แนวคิดเกี่ยวกับ NLP (Cheng et al., 2023; Troiano et al., 2025) และ Generative AI (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2019) นำไปสู่การออกแบบบทบาทของ AI ในฐานะ “ผู้ช่วยทางปัญญา” ที่สามารถโต้ตอบ วิเคราะห์ และให้ข้อเสนอแนะในเชิงกระบวนการคิดอย่างปรับเปลี่ยนได้ AI จึงไม่ใช่เพียงเครื่องมือ แต่ทำหน้าที่เป็นหุ้นส่วนในการเรียนรู้ ช่วยผู้เรียนตรวจสอบขั้นตอนการคิด สร้างแนวทางแก้ปัญหา และปรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละบุคคล

ขณะเดียวกัน ฐานบริบทช่วยให้กรอบแนวคิดสอดคล้องกับทิศทางการศึกษาของไทย ทั้งในด้านทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นโยบายหลักสูตร และความจำเป็นของผู้เรียน ม.5 ที่ต้องพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้ด้วยตนเองในสภาพแวดล้อมเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว

จากการบูรณาการทั้งหมดนี้ กรอบการออกแบบถูกจัดโครงสร้างเป็นสี่มิติด้านการรับรู้ ได้แก่ การกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญา การสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา การส่งเสริมการสร้างความรู้และการคิดเชิงคำนวณ และการช่วยเหลือผ่าน Scaffolding และ Zone of Proximal Development มิติเหล่านี้ถูกถ่ายทอดเป็นองค์ประกอบเชิงระบบหกประการของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ได้แก่ สถานการณ์ปัญหา แหล่งการเรียนรู้ การร่วมมือกันเรียนรู้ ศูนย์ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ฐานช่วยเหลือ และกระบวนการโค้ชชิ่ง ซึ่งทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบเพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงลึกและการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

โดยสรุป กรอบแนวคิดการออกแบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยระยะนี้สะท้อนโครงสร้างทางทฤษฎีที่ชัดเจน ครอบคลุมทั้งด้านการเรียนรู้ การสอน การออกแบบ และเทคโนโลยี เพื่อรองรับการสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้แบบเกมที่ผสานปัญญาประดิษฐ์อย่างมีประสิทธิภาพ สภาพแวดล้อมที่ออกแบบตามกรอบนี้จึงมีศักยภาพในการยกระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านการเรียนรู้เชิงรุก การสนับสนุนทางปัญญาที่เหมาะสม และการใช้ AI เป็นหุ้นส่วนทางความคิดในสถานการณ์ปัญหาที่มีความหมาย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมต้นแบบและการประเมินผลในระยะถัดไปของงานวิจัยแบบพัฒนา

กิตติคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- Anderson, N. D. (2016). A call for computational thinking in undergraduate psychology. *Psychology Learning & Teaching*, 15(3), 226-234.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association (pp. 1-25).
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction* (pp. 453-494). Lawrence Erlbaum.
- Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. 2nd ed. Teachers College Press.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 215-239). Lawrence Erlbaum.
- Junruang, C., & Kanjug, I. (2025). The Relationship between Computational and Creative Thinking in Preschool Children: An Application through Gamification and Artificial Intelligence-Supported Constructivist Personalized Learning Environment. *Educational Process: International Journal*, 17, e2025337.
- Lu, Z., Chiu, M. M., Cui, Y., Mao, W., & Lei, H. (2023). Effects of game-based learning on students' computational thinking: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 61(1), 235-256.
- Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century*. UCL Institute of Education Press.
- Mahesh, A., et al. (2024). Generative AI for cognitive apprenticeship in STEM learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 27(1), 55-70.
- Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. Viking Press.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258-283.
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50-58.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.

- Sweller, J., van Merriënboer, J. J., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261-292.
- Von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. Falmer Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wilson, B. G. (1996). Constructivist learning environments. In B. G. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design* (pp. 3-8). Educational Technology Publications.
- อิศรา ก้านจักร. (2559). *พื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2)*. ขอนแก่น: คลังนาวิทยา.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2025 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).