

THE DEVELOPMENT OF A GAMIFICATION-BASED CONSTRUCTIVIST LEARNING ENVIRONMENT TO ENHANCE PROBLEM-SOLVING SKILLS IN PHYSICS FOR GRADE 11 STUDENTS: PHASE 1 - THEORETICAL ANALYSIS AND FRAMEWORK DESIGN

Suratdawan SRICHAT¹ and Samart SINGMA^{1*}

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

ARTICLE HISTORY

Received: 10 April 2026

Revised: 24 April 2026

Published: 16 May 2026

ABSTRACT

This first phase of research aimed to analyze and synthesize a conceptual framework for developing a Gamification Constructivist Learning Environment (GCLE) to promote physics problem-solving skills among Grade 11 students. The study was conducted within a Developmental Research design, specifically Product Research Type I, following the framework proposed by Richey and Klein (2007). The research involved a systematic analysis of five theoretical foundations: learning context, problem-solving, technology, pedagogy, and learning theory — encompassing Piaget's and Vygotsky's constructivist perspectives, cognitivism, metacognition theory, and Polya's four-step problem-solving framework, alongside established learning environment models including CLEs, OLEs, and SLE. The findings yielded a GCLE conceptual framework comprising five core components: 1) Problem Situations, 2) Learning Resources, 3) Collaborative Knowledge Construction Center, 4) Help Center, and 5) Coach. Gamification mechanisms were systematically embedded within each component to function not merely as engagement tools, but as motivational drivers and structured scaffolds guiding learners through each stage of Polya's problem-solving process. The resulting framework demonstrates strong theoretical validity and contextual alignment, providing a rigorous foundation for digital prototype development in subsequent research phases.

Keywords: Learning Environment, Gamification, Constructivism, Problem-Solving Skills, Physics

CITATION INFORMATION: Srichat, S., & Singma, S. (2026). The Development of a Gamification-Based Constructivist Learning Environment to Enhance Problem-Solving Skills in Physics for Grade 11 Students: Phase 1-Theoretical Analysis and Framework Design. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 4(5), 69

การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ทฤษฎีและออกแบบกรอบแนวคิด

สุรัตน์ดาวลัย ศรีชาติ¹ และ สามารถ สิงห์มา^{1*}

1 สาขานวัตกรรม เทคโนโลยีและวิทยาการการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น;
samart@kku.ac.th (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

บทคัดย่อ

การวิจัยระยะที่ 1 นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Gamification Constructivist Learning Environment: GCLE) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยดำเนินการตามกรอบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) ประเภท Product Research (Type I) ตามแนวคิดของ Richey and Klein (2007) โดยวิเคราะห์ทฤษฎีพื้นฐาน 5 ด้าน ได้แก่ บริบทการเรียนรู้ การแก้ปัญหา เทคโนโลยี ศาสตร์การสอน และทฤษฎีการเรียนรู้ ที่ครอบคลุมแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของเพียเจต์และวิกิออตสกี ทฤษฎีพุทธิปัญญานิยม ทฤษฎีเมตาคognition และกรอบการแก้ปัญหของโพลยา ร่วมกับโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ CLEs, OLEs และ SLE ผลการวิจัยได้กรอบแนวคิด GCLE ที่ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 4) ศูนย์ช่วยเหลือ และ 5) โค้ช โดยกลไกเกมมิฟิเคชันถูกบูรณาการเข้ากับแต่ละองค์ประกอบอย่างเป็นระบบ เพื่อทำหน้าที่เป็นกลไกสร้างแรงจูงใจและโครงสร้างการแก้ปัญหตามขั้นตอนของโพลยา กรอบแนวคิดที่ได้มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน อันจะเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาต้นแบบดิจิทัลในระยะถัดไป

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้, เกมมิฟิเคชัน, คอนสตรัคติวิสต์, ทักษะการแก้ปัญหา, ฟิสิกส์

ข้อมูลอ้างอิง: สุรัตน์ดาวลัย ศรีชาติ และ สามารถ สิงห์มา. (2569). การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ทฤษฎีและออกแบบกรอบแนวคิด. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 4(5), 69

บทนำ

ในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลและการเปลี่ยนแปลงของโลกมีอิทธิพลอย่างมากต่อระบบการศึกษาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีทัศนคติที่ดี ใช้เหตุผลคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาเพื่อการดำเนินชีวิตและการอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีคุณภาพ ทักษะการแก้ปัญหาจึงเป็นสมรรถนะสำคัญที่ถูกกำหนดไว้ในกรอบแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ปรับปรุง 2560) ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการสืบค้นและสร้างองค์ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินจาก PISA2015 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพียง 436 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ที่ 500 คะแนน ซึ่งสะท้อนถึงปัญหาในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่ยังไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการวิเคราะห์พบว่า การจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การแก้โจทย์โดยใช้สมการ โดยขาดการสร้างความรู้ความเข้าใจในแนวคิดพื้นฐาน (มนต์สิทธิ์ ฐนสิทธิโกศล และ มิ่งขวัญ ภาคสัญไชย, 2558) นอกจากนี้ ในบริบทโรงเรียนโพ้นทองพัฒนวิทยา จากการสังเกตชั้นเรียน พบว่า ผู้เรียนมักมองฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากและไกลตัว ส่งผลให้ขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของ Piaget (1970) และ Vygotsky (1978) ชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านประสบการณ์และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาฟิสิกส์ที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์และการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุผล กรอบการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya, 1957) ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผน การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบคำตอบ ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นกรอบที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

ในบริบทนี้ ความแปลกใหม่ของงานวิจัยอยู่ที่การนำเกมมิฟิเคชัน (Gamification) มาบูรณาการเข้ากับการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์อย่างเป็นระบบ กลไกของเกม เช่น เป้าหมาย กฎ รางวัล ผลป้อนกลับ และระดับ ทำหน้าที่สร้างแรงจูงใจและความน่าสนใจให้กับผู้เรียน ส่งผลให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาที่ยากหรือซับซ้อน (Kapp, 2012) ด้วยเหตุนี้ การวิจัยระยะที่ 1 จึงมุ่งวิเคราะห์ทฤษฎีและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อใช้เป็นรากฐานในการพัฒนาต้นแบบในระยะถัดไป

การทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของ Jean Piaget (1970) อธิบายว่า ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับโครงสร้างความคิด (Accommodation) โดยการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเผชิญปัญหาที่ท้าทายความคิดเดิมจนต้องสร้างความเข้าใจใหม่ด้วยการจัดระเบียบข้อมูลและเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม แนวคิดของ Vygotsky (1978) เสริมด้วยแนวคิด Zone of Proximal Development (ZPD) ซึ่งเน้นบทบาทของการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการช่วยเหลือแบบ Scaffolding ที่เหมาะสมต่อระดับความสามารถของผู้เรียน แนวคิดเหล่านี้สนับสนุนการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ซึ่งเน้นการลงมือปฏิบัติ การจัดสถานการณ์ปัญหา และการเรียนรู้ผ่านการสร้างความหมายด้วยตนเอง

ทฤษฎีพุทธปัญญานิยม โดยเฉพาะทฤษฎีการประมวลสารสนเทศของ Klausmeier (1985) อธิบายกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้น ตั้งแต่การรับข้อมูลผ่านระบบสัมผัส การเก็บในความจำระยะสั้น ไปจนถึงการจัดเก็บในความจำระยะยาวเพื่อนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วน SOI Model ของ Mayer (1996) เน้นกระบวนการ 3 ประการ คือ การเลือก (Selection) การจัดหมวดหมู่ (Organization) และการบูรณาการ (Integrating) ซึ่งเป็นพื้นฐานในการออกแบบแหล่งการเรียนรู้และเครื่องมือทางปัญญาของสิ่งแวดล้อมในงานวิจัยนี้

ด้านทักษะการแก้ปัญหา Polya (1957) เสนอกรอบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบคำตอบ กรอบดังกล่าวได้รับการยืนยันจากงานวิจัยจำนวนมากว่ามีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ (ปิยะฉัตร ชัยมาลา, 2550) และเป็นตัวแปรหลักที่ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้

โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่สำคัญ ได้แก่ Constructivist Learning Environments (CLEs) ของ Jonassen (1999) ซึ่งเน้นการใช้ปัญหาเป็นแรงขับเคลื่อนการเรียนรู้ มีแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เครื่องมือทางปัญญา และการร่วมมือกันแก้ปัญหา Open Learning Environments (OLEs) ของ Hannafin (1995) ที่เน้นการพัฒนาการคิดแบบอเนกนัยและฐานการช่วยเหลือ 4 ด้าน คือ ด้านความคิดรวบยอด เมตาคอกนิชัน กระบวนการ และกลยุทธ์ และ Situated Learning Environment (SLE) ของ Herrington and Oliver (1995) ที่เน้นบริบทและกิจกรรมที่สะท้อนความเป็นจริง ทั้งสามโมเดลเป็นรากฐานสำคัญในการออกแบบองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้

ด้านเกมมิฟิเคชัน (Gamification) หมายถึง การใช้กลไกของเกมในบริบทที่ไม่ใช่เกม เพื่อสร้างแรงจูงใจและความมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Kapp, 2012) องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ เป้าหมาย กฎ รางวัล ผลป้อนกลับ ระดับ และการแข่งขัน/ร่วมมือ งานวิจัยของ พรพิมล รอดเคราะห์ (2558) และ ภาคล ทาโสง (2559) แสดงให้เห็นว่า การนำเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การบูรณาการโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เข้ากับกลไกเกมมิฟิเคชันจึงมีศักยภาพสูงในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งยังไม่ปรากฏชัดเจนในงานวิจัยก่อนหน้านี้ในบริบทของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) ประเภท Product Research (Type I) ตามกรอบแนวคิดของ Richey and Klein (2007) และแนวทางของ อิศรา ก้านจักร (2559) โดยมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาเพื่อสร้างต้นแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ระยะที่ 1 ของการวิจัย ประกอบด้วย กระบวนการออกแบบและพัฒนา (Design and Development) แบ่งเป็นสองขั้นตอนสำคัญ ได้แก่

1) การวิเคราะห์และสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี อ้างอิงจากทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ทั้งเชิงปัญญาและเชิงสังคม ทฤษฎีพุทธิปัญญานิยม ได้แก่ ทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ SOI Model ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย และทฤษฎีเมตาคอกนิชัน รวมทั้งกรอบการแก้ปัญหาของโพลยา (1957) และโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามคอนสตรัคติวิสต์จาก CLEs, OLEs, SLE ตลอดจนการพิจารณาศักยภาพขององค์ประกอบเกมมิฟิเคชันที่เอื้อต่อการเรียนรู้

2) การสังเคราะห์กรอบการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงฐานทฤษฎีที่วิเคราะห์ได้เข้ากับองค์ประกอบ การออกแบบอย่างเป็นระบบ เพื่อกำหนดโครงสร้างของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

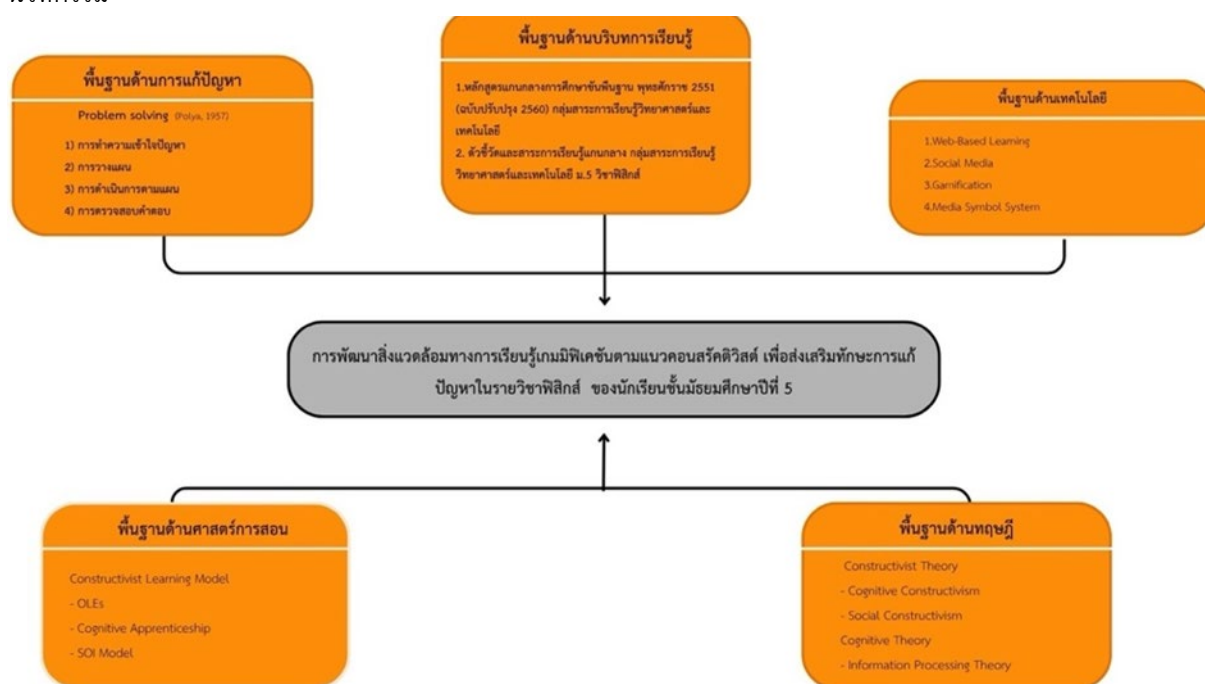
เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของกรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นก่อนนำไปสู่การพัฒนาต้นแบบดิจิทัลในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้วางแผนกระบวนการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Judgment) ไว้อย่างเป็นระบบ โดยคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 ท่าน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาฟิสิกส์ ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และด้านเทคโนโลยีและเกมมิฟิเคชัน โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านต้องมีคุณสมบัติเป็นผู้ทรงคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไปหรือมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป และมีประสบการณ์ด้านที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 5 ปี

กระบวนการตรวจสอบดำเนินการโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณากรอบแนวคิดผ่านแบบประเมินที่ครอบคลุม 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของกรอบแนวคิดกับฐานทฤษฎีที่อ้างอิง 2) ความเหมาะสมของกลไกเกมมิฟิเคชันที่เลือกใช้กับแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา และ 3) ความเฉพาะเจาะจงของกรอบแนวคิดต่อธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์เรื่องวงจรไฟฟ้า แบบประเมินมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ และคำถามปลายเปิดเพื่อรับข้อเสนอแนะ โดยกำหนดเกณฑ์ความสอดคล้องที่ยอมรับได้ที่ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ไม่ต่ำกว่า 0.50 ในแต่ละประเด็น ผลการตรวจสอบและข้อเสนอแนะที่ได้จะถูกนำมาปรับปรุงกรอบแนวคิดก่อนนำเข้าสู่กระบวนการพัฒนาต้นแบบในระบถัดไป กระบวนการนี้สอดคล้องกับแนวทางการวิจัยเชิงพัฒนา Product Research Type I ของ Richey และ Klein (2007) ที่กำหนดให้มีการตรวจสอบคุณภาพของกรอบแนวคิดก่อนการพัฒนาต้นแบบเสมอ

ระยะนี้เป็นเพียงขั้นตอนการออกแบบทางทฤษฎี ยังไม่มีการทดลองใช้หรือเก็บข้อมูลภาคสนาม การพัฒนาเป็นต้นแบบจริงตลอดจนการประเมินประสิทธิภาพและผลลัพธ์ จะดำเนินการในระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ของการวิจัยเชิงพัฒนาในงานวิจัยฉบับถัดไป

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การสังเคราะห์กรอบทฤษฎี และการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบนวัตกรรม



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดตามทฤษฎีสี่สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้

การสังเคราะห์กรอบทฤษฎี

การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (GCLE) ตั้งอยู่บนการบูรณาการฐานความรู้ 5 ด้าน ได้แก่ 1) พื้นฐานการบริหารการเรียนรู้ 2) พื้นฐานด้านการแก้ปัญหา 3) พื้นฐานด้านเทคโนโลยี 4) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน และ 5) พื้นฐานด้านทฤษฎี ซึ่งเชื่อมโยงกันเป็นกรอบแนวคิดเดียวเพื่อรองรับความซับซ้อนของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ และการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

1) พื้นฐานการบริหารการเรียนรู้ อ้างอิงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ

อธิบายปรากฏการณ์ และแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) บริบทนี้ใช้กำหนดขอบเขตเนื้อหาและลักษณะของสถานการณ์ปัญหาในการออกแบบ GCLE

2) พื้นฐานด้านการแก้ปัญหา ใช้กรอบแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957) ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผน ดำเนินการ และตรวจสอบคำตอบ เป็นแกนในการออกแบบกิจกรรมและสถานการณ์ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (ปิยะฉัตร ชัยมาลา, 2550)

3) พื้นฐานด้านเทคโนโลยี ครอบคลุม 4 แนวคิดหลัก ได้แก่ การเรียนรู้บนเว็บ (Web-Based Learning) สื่อสังคม (Social Media) เกมมิฟิเคชัน (Gamification) และระบบสัญลักษณ์สื่อ (Media Symbol System) โดยกลไกเกมมิฟิเคชัน เช่น เป้าหมาย กฎ รางวัล การแข่งขัน/ความร่วมมือ ผลป้อนกลับ เวลา และระดับ ทำหน้าที่สร้างแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Kapp, 2012) ขณะที่ Media Symbol System ชี้ให้เห็นว่า รูปแบบสื่อและโครงสร้างข้อมูลมีผลต่อการสร้างความหมาย จึงต้องออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาฟิสิกส์

4) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน ประยุกต์ใช้แนวคิดจาก 4 โมเดลหลัก ได้แก่ Constructivist Learning Model (Jonassen, 1999), Open Learning Environments: OLEs (Hannafin, 1995), Cognitive Apprenticeship (Collins, 1989) และ SOI Model (Mayer, 1996) เพื่อกำหนดองค์ประกอบสำคัญของ GCLE ได้แก่ สถานการณ์ปัญหา แหล่งการเรียนรู้ ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ฐานการช่วยเหลือ และบทบาทของโค้ช

5) พื้นฐานด้านทฤษฎี บูรณาการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ทั้งเชิงปัญญา (Piaget, 1970) และเชิงสังคม (Vygotsky, 1978) ร่วมกับทฤษฎีพุทธิปัญญา เช่น Information Processing Theory (Klausmeier, 1985), SOI Model (Mayer, 1996), Meaningful Learning (Ausubel, 1968) และ Metacognition Theory เพื่ออธิบายกระบวนการสร้างความรู้ของผู้เรียนผ่านกลไกสำคัญ ได้แก่ ความขัดแย้งทางปัญญา เขตพัฒนาการใกล้เคียง และการช่วยเหลือแบบฐานราก ซึ่งสะท้อนอยู่ในทุกองค์ประกอบของ GCLE

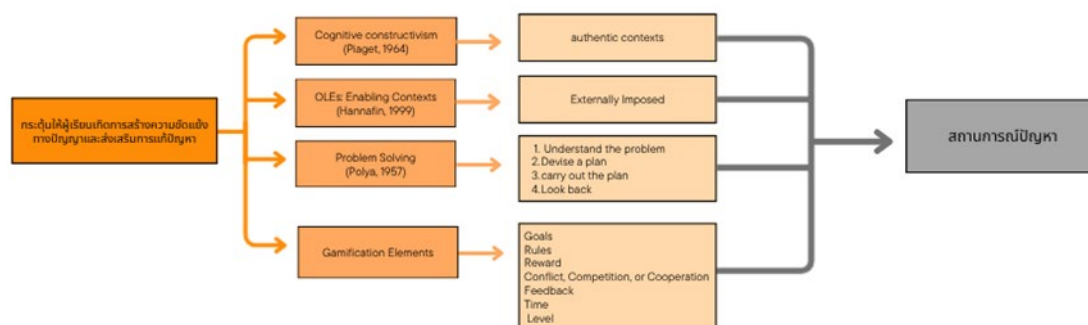
ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างกลไกเกมมิฟิเคชันขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาและทฤษฎีรองรับในกรอบแนวคิด GCLE

ขั้นตอนโพลยา (Polya's Step)	องค์ประกอบ GCLE (Gamification Mechanism)	กลไกเกมมิฟิเคชัน (Gamification Mechanism)	บทบาทเชิงฟังก์ชัน (Functional Role)	ผลต่อภาระทางปัญญา (Cognitive Load Effect)	ทฤษฎีรองรับ (Supporting Theory)
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understand the Problem)	สถานการณ์ปัญหา (Problem Situation)	เป้าหมาย (Goals), กฎ (Rules), เวลา (Time)	กำหนดขอบเขตปัญหาให้ชัดเจน กระตุ้นความขัดแย้งทางปัญญา สร้างแรงจูงใจเริ่มต้น	ลด Extraneous Cognitive Load ในการตีความโจทย์	Cognitive Constructivism (Piaget, 1970); Information Processing Theory (Klausmeier, 1985)
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devise a Plan)	แหล่งการเรียนรู้ (Learning Resources); ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Collaborative Knowledge Construction)	ระดับ (Levels), ผลป้อนกลับ (Feedback), ความร่วมมือ (Cooperation)	ส่งเสริมการคิดแบบอเนกนัย สนับสนุนการแลกเปลี่ยน กลยุทธ์ระหว่างผู้เรียน	ลด Extraneous Cognitive Load เพิ่ม Germane Cognitive Load ผ่านการแลกเปลี่ยน	Social Constructivism / ZPD (Vygotsky, 1978); OLEs: Strategic Scaffolding (Hannafin, 1995)
ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carry Out the Plan)	แหล่งการเรียนรู้ (Learning Resources); ศูนย์ช่วยเหลือ (Help Center)	รางวัล (Reward), แต้มสะสม (Points), การแข่งขัน (Competition)	เพิ่มแรงจูงใจภายนอก ให้ลงมือปฏิบัติ เสริมความมั่นใจในการแก้ปัญหา	เพิ่ม Germane Cognitive Load ผ่านการฝึกซ้ำที่มีความหมาย	SOI Model (Mayer, 1996); Cognitive Apprenticeship (Collins, 1989)

ขั้นตอนโพลยา (Polya's Step)	องค์ประกอบ GCLE (Gamification Mechanism)	กลไกเกมมิฟิเคชัน (Gamification Mechanism)	บทบาทเชิงฟังก์ชัน (Functional Role)	ผลต่อภาระทางปัญญา (Cognitive Load Effect)	ทฤษฎีรองรับ (Supporting Theory)
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ คำตอบ (Look Back)	โค้ช (Coach); ศูนย์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Collaborative Knowledge Construction)	ผลป้อนกลับทันที (Immediate Feedback), กระดานผู้นำ (Leaderboard)	ส่งเสริมการสะท้อน กระบวนการคิด พัฒนา Metacognition และ การปรับปรุงคำตอบ	เพิ่ม Germane Cognitive Load ผ่าน การไตร่ตรองตนเอง	Metacognition Theory; ZPD & Scaffolding (Vygotsky, 1978)

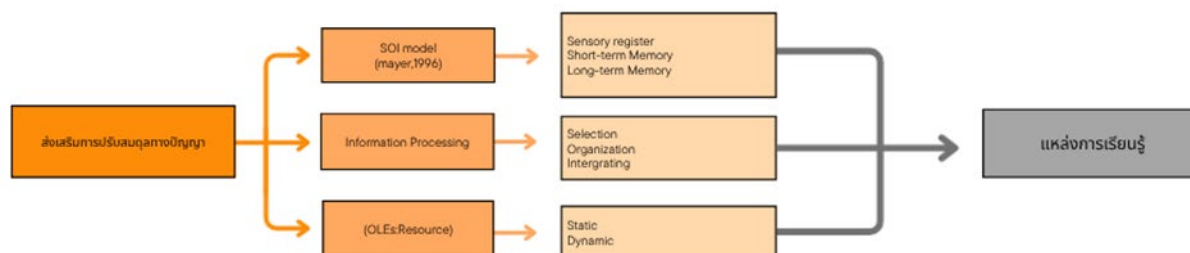
การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบนวัตกรรม

การออกแบบกรอบแนวคิดนวัตกรรมนี้ตั้งอยู่บนผลการสังเคราะห์ทฤษฎีที่ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยสถานการณ์ปัญหาที่มีความหมาย แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการช่วยเหลือที่เหมาะสมต่อระดับความสามารถของผู้เรียน กรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นมุ่งแปลงหลักการทางทฤษฎีเหล่านี้สู่โครงสร้างการเรียนรู้ที่ชัดเจน พร้อมทั้งบูรณาการกลไกเกมมิฟิเคชันให้เป็นกลไกสนับสนุนที่สอดคล้องกับบทบาทเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและการตอบสนองรายบุคคลในกระบวนการเรียนรู้



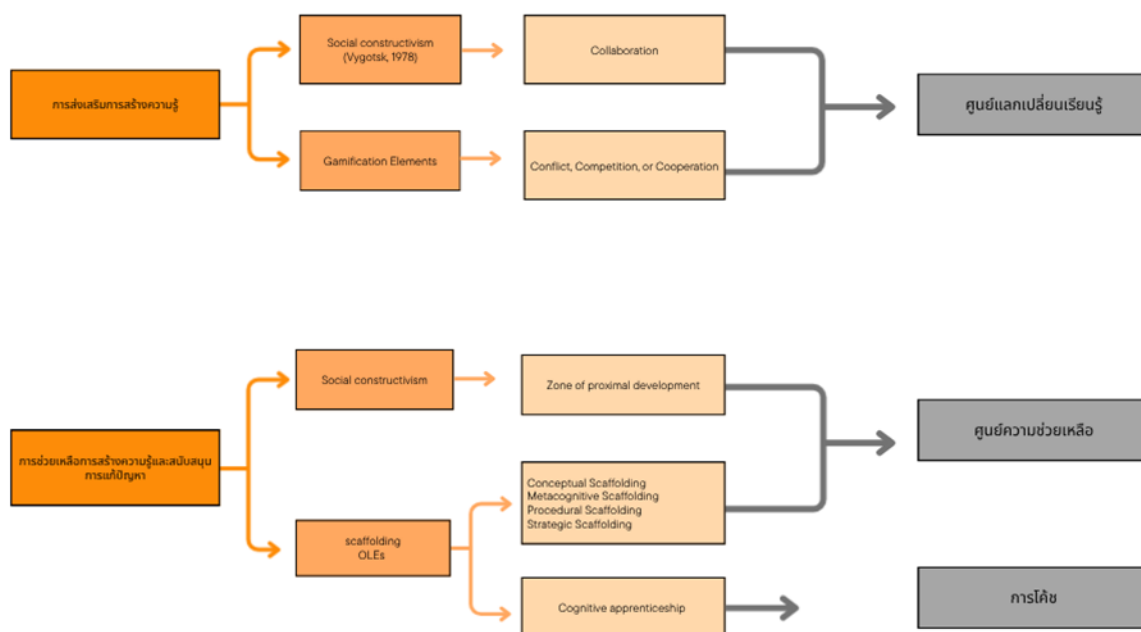
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้

กระบวนการที่ 1 การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ผ่านทางปัญญา และส่งเสริมการแก้ปัญหา เชื่อมโยงกับทฤษฎี Cognitive Constructivism ของเพียเจต์ (Piaget, 1970) ที่เน้น Authentic Contexts และ OLEs: Enabling Contexts ของฮันนาฟิน (Hannafin, 1995) ที่เน้นบริบทที่กำหนดปัญหาเฉพาะสำหรับผู้เรียน ร่วมกับกรอบการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya, 1957) ทั้ง 4 ขั้นตอน และองค์ประกอบเกมมิฟิเคชัน เช่น เป้าหมาย กฎ รางวัล ความขัดแย้ง/การแข่งขัน/การร่วมมือ ผลป้อนกลับ เวลา และระดับ กระบวนการนี้ นำสู่การออกแบบ สถานการณ์ปัญหา (Problem Situation) ในรูปแบบเกมแพลตฟอร์มและเกมปริศนาที่กระตุ้นความขัดแย้งทางปัญญา เพื่อเป็นแรงผลักดันให้เกิดการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้

กระบวนการที่ 2 การส่งเสริมการปรับสมดุลทางปัญญา เชื่อมโยงกับ SOI Model ของเมเยอร์ (Mayer, 1996) ที่เน้นกระบวนการเลือก จัดหมวดหมู่ และบูรณาการข้อมูล ทฤษฎีการประมวลผลสารสนเทศ (Information Processing) ของคลอสไมเยอร์ (Klausmeier, 1985) ที่อธิบายการทำงานของระบบสัมผัส (Sensory Register) ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) และความจำระยะยาว (Long-term Memory) รวมถึง OLEs: Resource ที่จำแนกแหล่งการเรียนรู้ออกเป็นประเภทคงที่ (Static) และพลวัต (Dynamic) กระบวนการนี้เข้าสู่การออกแบบ แหล่งการเรียนรู้ (Learning Resources) ที่นำเสนอเนื้อหาวงจรไฟฟ้าในรูปแบบสื่อประสมหลายมิติ พร้อมกลไกเกม เช่น การสะสมแต้มความรู้จากการสืบค้นข้อมูล



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้

กระบวนการที่ 3 การส่งเสริมการสร้างความรู้ร่วมกันและการช่วยเหลือ เชื่อมโยงกับ Social Constructivism ของวิก็อตสกี (Vygotsky, 1978) ที่เน้นการร่วมมือกัน (Collaboration) ผ่านแนวคิด ZPD และ Scaffolding แบบ 4 ด้านตาม OLEs ของฮันนาฟิน (1995) ได้แก่ ด้านความคิดรวบยอด (Conceptual) เมตาคอกนิชัน (Metacognitive) กระบวนการ (Procedural) และกลยุทธ์ (Strategic) รวมถึง Cognitive Apprenticeship ของคอลลินส์ (Collins, 1989) ที่เน้นการสาธิตและการโค้ชรายบุคคล กระบวนการนี้เข้าสู่การออกแบบขององค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ที่จัดกิจกรรมกลุ่มและกระดานผู้นำ (Leaderboard) เพื่อส่งเสริมการอภิปรายและแก้ปัญหาร่วมกัน สอดคล้องกับกลไกเกมมีฟิเคชันด้านความขัดแย้ง การแข่งขัน และการร่วมมือ 2) ศูนย์ช่วยเหลือ ที่ปรับระดับ Scaffolding ตามธรรมชาติของวงจรไฟฟ้าใน 3 ระดับ ได้แก่ คำไปเชิงแนวคิดเพื่อระบุว่าควรพิจารณากฎใดก่อน การแสดงขั้นตอนวิเคราะห์วงจรเป็นลำดับ และตัวอย่างโจทย์โครงสร้างคล้ายคลึง เพื่อให้ผู้เรียนถ่ายโยงการเรียนรู้ได้โดยไม่ข้ามขั้นตอนการสร้างความรู้เข้าใจในแนวคิดพื้นฐาน ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่พบในบริบทของโรงเรียนโพ้นทองพัฒนาวทยา และ 3) โค้ช ที่ผู้เรียนได้รับการสาธิตและคำแนะนำรายบุคคลจากครูผู้สอนด้วยการออกแบบที่คำนึงถึงธรรมชาติเฉพาะของวิชาฟิสิกส์ในทุกองค์ประกอบดังกล่าว กรอบแนวคิด GCLE จึงไม่ใช่เพียงกรอบทั่วไปที่สามารถนำไปใช้กับวิชาใดก็ได้ หากแต่เป็นนวัตกรรมที่ออกแบบมาเพื่อตอบโจทย์ปัญหาเฉพาะของการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยตรง

เมื่อบูรณาการทฤษฎีทั้งหมดเข้าด้วยกัน จะเกิดเป็นกรอบสังเคราะห์ที่แสดงความสัมพันธ์ของการใช้คอนสตรัคติวิสต์ การเรียนรู้ในบริบทจริง ทฤษฎีพุทธิปัญญานิยม กรอบการแก้ปัญหาของโพลยา กลไกเกมมีฟิเคชัน ZPD OLEs และ

Cognitive Apprenticeship ในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่การเผชิญปัญหา การประมวลข้อมูล การแก้ปัญหา การแลกเปลี่ยนมุมมอง ไปจนถึงการได้รับความช่วยเหลือที่เหมาะสม

บทสรุป

กรอบแนวคิดการออกแบบนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบ 5 องค์ประกอบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ เป็นผลจากการสังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้หลากหลายสาขาอย่างเป็นระบบ โดยผสานแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ การเรียนรู้ในบริบทจริง การประมวลสารสนเทศ พหุปัญญานิยม กรอบการแก้ปัญหาของโพลยา การเรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ZPD สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเปิด (OLEs) และแนวคิด Cognitive Apprenticeship เข้าด้วยกัน ทฤษฎีเหล่านี้ช่วยอธิบายกลไกการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละมิติ ตั้งแต่การเผชิญสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย การสืบค้นและจัดระเบียบข้อมูล การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล การแลกเปลี่ยนมุมมองกับผู้อื่น ไปจนถึงการได้รับความช่วยเหลือที่สอดคล้องกับระดับความสามารถเฉพาะบุคคล ความโดดเด่นของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นอยู่ที่การบูรณาการกลไกเกมมิฟิเคชันเข้ากับบทบาทเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบในเชิงกลไกอย่างเป็นรูปธรรม กลไกเกมมิฟิเคชันไม่ได้ทำหน้าที่เพียงสร้างความบันเทิง แต่ทำหน้าที่เป็น "กลไกสร้างแรงจูงใจและโครงสร้างการแก้ปัญหา" ที่ช่วยให้ผู้เรียนก้าวผ่านแต่ละขั้นตอนของโพลยาได้อย่างมีระบบ ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกและการแก้ปัญหาในทุกขั้นตอน สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อไป งานวิจัยจะดำเนินการสู่ระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการพัฒนาต้นแบบดิจิทัลของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ทั้ง 5 องค์ประกอบ โดยออกแบบกลไกเกมมิฟิเคชันให้สอดคล้องกับโครงสร้างการเรียนรู้และทฤษฎีที่รองรับอย่างเป็นระบบ และในระยะที่ 3 ต้นแบบจะถูกนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายในสถานการณ์จริง โดยเก็บข้อมูลจากทักษะการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดเห็นของผู้เรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- ปิยะฉัตร ชัยมาลา. (2550). ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พรพิมล รอดเคราะห์. (2558). การพัฒนาสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเว็บที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเกมมิฟิเคชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ภาดล ทาไรสง. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดโปรแกรมและความคงทนในการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- มนต์สิทธิ์ ธนสิทธิโกศล และ มิ่งขวัญ ภาคสัญไชย. (2558). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่มีต่อเจตคติ ในวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2554). *การออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิศรา ก้านจักร. (2559). *การวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอน*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston.

- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- 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: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Lawrence Erlbaum.
- Hannafin, M. J. (1995). Open learning environments: Foundations, methods, and models. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models* (Vol. 2, pp. 115-140). Lawrence Erlbaum.
- Herrington, J., & Oliver, R. (1995). Critical characteristics of situated learning: Implications for the instructional design of multimedia. In J. Pearce & A. Ellis (Eds.), *Learning with technology* (pp. 235-262). ASCILITE.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models* (Vol. 2, pp. 215-239). Lawrence Erlbaum.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Klausmeier, H. J. (1985). *Educational psychology*. 5th ed. Harper & Row.
- Mayer, R. E. (1996). Learning strategies for making sense out of expository text: The SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction. *Educational Psychology Review*, 8, 357-371.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. Columbia University Press.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. 2nd ed. Princeton University Press.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and development research*. Lawrence Erlbaum.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

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: © 2026 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).