

การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

The Design and Development Learning Environment Gamification that Foster
Computational Thinking in C Programming Language for Student in Grade 12

ทศพล โสภชัย¹ และ ประมะ แขวงเมือง²

Tosapon Sophachai¹ and Parama Kwangmuang²

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Faculty of Education, Khon Kaen University, Thailand

E-mail: ¹tosapon.s@kkumail.com, ²parakw@kku.ac.th

Received July 13, 2023; **Revised** September 14, 2023; **Accepted** September 30, 2023

Abstract

The aim of this research was to study the design and development of a gamified learning environment that fosters computational thinking in the C programming language for grade 12 students. The research also aimed to compare students' computational thinking before and after implementing a gamified learning environment. The target group for this study consisted of 30 high school students in grade 12 at Ban Phai School, located in Ban Phai District, Khon Kaen Province. These students were enrolled in the C programming language course during the first semester of the academic year 2023. The participants were selected using cluster sampling. The research tools included a gamified learning environment that promotes computational thinking in C programming, pre- and post-tests to measure students' computational thinking skills, and satisfaction surveys to evaluate students' learning experiences with the gamified environment. The data were analyzed using t-tests, and basic statistical measures such as mean and standard deviation were used. The results indicated the following: 1) Gamification has key elements: problem situations, learning resources, cognitive tools room, learning exchange, scaffolding, and consulting room. And 2) A comparison of computational thinking skills between pre-learning and post-learning, Students had higher computational thinking skills after learning in a gamification learning environment than before.

Keywords: Learning environment; Gamification; Computational thinking; C programming language

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) เปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันฯ โดยเป็นการวิจัยเชิงพัฒนา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ที่เรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี และแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) เกมมิฟิเคชันมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ สถานการณ์ปัญหา แหล่งการเรียนรู้ ห้องเครื่องมือทางปัญญา ห้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ฐานความช่วยเหลือ และห้องให้คำแนะนำปรึกษา และ 2) ทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังจากที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันสูงกว่าก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้; เกมมิฟิเคชัน; การคิดเชิงคำนวณ; การเขียนโปรแกรมภาษาซี

บทนำ

วิชาการเขียนโปรแกรมเป็นหนึ่งในรายวิชาของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นวิชาที่สำคัญมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวิชาที่เรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนา Software หรือ Hardware ต่าง ๆ ที่ใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน โดยการเขียนโปรแกรมมีความเกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ เพราะในการเขียนโปรแกรมจะต้องมีการวิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล การหาวิธีในการแก้ปัญหา อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (Rueangrong et al., 2018) ได้กล่าวว่าการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเป็นสิ่งจำเป็นต่อนักเรียน เนื่องจากเป็นกระบวนการแก้ปัญหา สามารถพิจารณาปัญหาและจัดระเบียบข้อมูลที่มีเกี่ยวกับปัญหา ทดสอบหาวิธีแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนโดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีอยู่ช่วยแก้ไขปัญหานั้นได้ (Li et al., 2020) ได้กล่าวว่าการคิดเชิงคำนวณสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายนอกเหนือจากการเขียนโปรแกรมและศาสตร์ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้หลายช่องทาง ซึ่งเกมก็เป็นหนึ่งในสิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ เช่น เกมแนวเนื้อเรื่องในปัจจุบันมีเนื้อหาหรือบทพูดเป็นภาษาอังกฤษที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้คำพูดหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษจากเกมมากยิ่งขึ้น หรือเกมที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับประวัติศาสตร์โลก ที่ผู้เรียนเล่นไปเรื่อย ๆ ก็จะได้เรียนรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์และความเป็นมาของเรื่องราวต่าง ๆ ของโลกในอดีต เป็นต้น (Kophirak, 2003; Chanintarapum, 2016) กล่าวว่าส่วนสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เกมต้องมีเป้าหมาย (Goal) ซึ่งจุดมุ่งหมายแต่ละเกมนั้นขึ้นอยู่กับผู้เล่น ส่วนใหญ่ผู้เล่นมักมีจุดมุ่งหมายที่จะฝ่าฟันให้ได้ชัยชนะ จุดมุ่งหมายการเล่นเกมการศึกษายังคงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้

บรรลุวัตถุประสงค์การสอน ผลสำเร็จจากการเรียนควรจะได้จากการฝึกฝนจนมีความชำนาญหรือจากความรู้ที่ได้รับไป ซึ่งการศึกษาเรื่องเป้าหมายจะส่งเสริมให้เกิดความก้าวหน้าขึ้นอย่างทันทีถ้าผู้เรียนเหล่านี้เกิดความเข้าใจ จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายก่อน และอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญ คือ เรื่องกฎเกณฑ์ (Rules) กฎเกณฑ์ในการเล่นเกมส์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น เกมมักจะถูกรวบรวมกฎเกณฑ์ให้เหมาะสมแต่ละสถานการณ์ จึงมีการแบ่งกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไว้ ได้แก่ 1) ผู้เล่น (Player) จะมีการกำหนดกฎเกณฑ์ของผู้เล่น 2) อุปกรณ์ (Equipment) กฎเกณฑ์มักจะกำหนดเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จะใช้เล่นเกม เช่น แป้นคีย์บอร์ด 3) วิธีการเล่น (Procedure) เป็นการบอกรายละเอียดของวิธีการเตรียมเกมเพื่อจะเริ่มเล่น 4) ข้อบังคับ (Constraints) มีไว้เพื่อเป็นการเพิ่มรายละเอียดของวิธีการเล่น และ 5) คำแนะนำในการใช้ (Direction for Use) จะบอกวิธีในการเล่น (Suwankanit, 2017) กล่าวว่าการเรียนรู้ผ่านเกมเป็นวิธีหนึ่งในการเรียนรู้ที่มีจุดเด่น คือ การสร้างความสนุกสนานรวมเข้ากับการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนอยู่ในสถานะที่ผ่อนคลาย ต่างกับการเรียนปกติที่สร้างความเครียดให้กับสมองส่งผลต่อการปิดกั้นทางการรับรู้ และมีผลต่อจิตใจ ที่สำคัญคือ ลดความเครียด ส่งเสริมปฏิภิกิริยาโต้ตอบ ส่งเสริมการเรียนรู้และความจำ สร้างเสริมแรงจูงใจ ป้องกันภาวะผิดปกติทางใจ

จากคำกล่าวข้างต้นที่กล่าวว่าการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ และการใช้เทคนิคของเกมมีพิเคชันมาใช้ให้เข้ากับผู้เรียน จำเป็นที่จะต้องออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างความรู้ขึ้นมาได้เองโดยการให้นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาเสียก่อน ครูจึงต้องมีการบูรณาทักษะที่จำเป็น รวมทั้งการจัดเตรียม เครื่องมือ และแนวทางการช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาสำหรับนักเรียน ซึ่งทฤษฎีด้านคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism Theory) มีหลักการว่าผู้เรียนจะเป็นคนที่สามารถสร้างความรู้ขึ้นมาได้ด้วยตัวเองจากการพบเห็นสิ่งใหม่มารวมเข้ากับความรู้นี้เดิมที่ผู้เรียนเคยมีมาก่อนแล้ว (Chaijaroen, 2016) ได้อธิบายว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism Theory) ประกอบด้วย 2 แนวคิดที่สำคัญ คือ 1) แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivism) มีความเชื่อว่าการที่ผู้สอนทำให้ผู้เรียนอยู่ในสถานการณ์ที่เกิดความขัดแย้งทางด้านของปัญญา (Cognitive Conflict) ทำให้ต้องปรับโครงสร้างทางปัญญาโดยวิธีการดูดซึมความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนพบเจอ จนกระทั่งไปถึงจุดที่สามารถกลับเข้าสู่ภาวะที่สมดุล (Piaget, 1964) และ 2) แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ในเชิงของสังคม (Social Constructivism) ที่มีความเชื่อว่าการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะช่วยพัฒนาพุทธิปัญญา และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพุทธิปัญญาที่ส่วนใหญ่มองว่าอาจมีข้อจำกัดอยู่บ้างในเรื่องของระยะเวลาของโซนพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) ซึ่งหากผู้เรียน มีเกณฑ์ที่อยู่ต่ำกว่า Zone ดังกล่าว จำเป็นอย่างมากที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้โดยเร็วซึ่งเรียกว่าฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding) และแนวคิดยังเชื่ออีกว่าการรู้จักเข้าสังคมเพื่อช่วยกันแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ จะช่วยในการสร้างความรู้ได้ (Vygotsky, 1978)

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการศึกษาได้ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ (Thongwichit & Diteeyont, 2021; Rahothan et al., 2021) นอกจากนี้ยังมีการใช้โปรแกรม App Inventor และ Scratch ที่ช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ พบว่าการนำกิจกรรมการเรียนรู้และโปรแกรม App Inventor และ Scratch มาใช้จัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน อีกทั้งการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ (Saorayasakun & Sonsilpong, 2021) ช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนให้อยู่ในระดับดี แต่จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมายังไม่ปรากฏการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในลักษณะสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมีพิเคชัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นการออกแบบ

พัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วยการทำความเข้าใจปัญหาและแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย พิจารณารูปแบบการแก้ปัญหา การหาข้อมูลสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา และการวางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้สามารถวางแผนแก้ไขปัญหที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา ได้แก่ เนื้อหาเรื่ององค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ และองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านไผ่ จำนวน 12 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 451 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ที่ได้เรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling)

ขอบเขตด้านพื้นที่วิจัย ได้แก่ โรงเรียนบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

ขอบเขตด้านระยะเวลา งานวิจัยนี้ มีระยะเวลาดำเนินงานวิจัย วิเคราะห์ และเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2565 – เดือนมิถุนายน 2566

ทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism learning environment)

Martin (1994) กล่าวว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการทางความคิด เน้นถึงความคิดจากการผสมผสานระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน ซึ่งถูกสร้างขึ้นเองโดยตัวผู้เรียนเอง โดยเชื่อว่ากุญแจสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ก็คือผู้เรียนควรจะสร้างแนวความคิดด้วยตนเองเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม

Chumnum (1997) กล่าวว่า การจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ต้องจัดบริบทการเรียนรู้โดยให้ความสำคัญเป็นอิสระของผู้เรียนและผู้สอนต้องคอยให้คำแนะนำผู้เรียน สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา

สรุปได้ว่า สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง การจัดรูปแบบการเรียนการสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนนำองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วมารวมกับองค์ความรู้ใหม่ ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และบทบาทของครูผู้สอนคือการกระตุ้นผู้เรียนและให้คำแนะนำในขณะจัดการเรียนรู้

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเกมมิฟิเคชัน (Gamification)

แนวคิดเกมมิฟิเคชัน (Vygotsky, 1978; Kapp, 2012) กล่าวว่า พื้นที่รอยต่อแห่งพัฒนาการถูกแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ ระดับที่พัฒนาการเป็นจริง (Actual Development Level) และระดับพัฒนาการที่สามารถเป็นไปได้ (Potential Development Level) เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ คือ เมื่อเด็กได้รับการเรียนรู้และสามารถทำได้ โดยอยู่ภายใต้ความช่วยเหลือในครั้งแรก ครั้งต่อไปพวกเขาจะสามารถทำได้ด้วยตัวเอง เพียงได้รับการเรียนรู้ที่ดีก็จะนำมาซึ่งพัฒนาการที่เจริญขึ้นและการแก้ปัญหาภายใต้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

Poondej and Lerdpornkulrat (2016) กล่าวว่า เกมมิฟิเคชัน คือการนำเอาหลักการพื้นฐานในการออกแบบเกม กลไกการเล่นเกมมาใช้ในบริบทอื่นที่ไม่ใช่การเล่นเกม โดยแนวคิดนี้เป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มความผูกพันแก่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมที่ได้รับความนิยมและประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากในภาคธุรกิจ รวมทั้งในวงการการศึกษาได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อนำเอาแนวคิดนี้มาช่วยยกระดับคุณภาพของผู้เรียนเช่นกัน การนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการการเรียนรู้เป็นหนึ่งในวิธีการและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่สามารถสร้างแรงจูงใจและความผูกพันในการเรียนของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking)

Poolsawat and Dokprakhon (2016) การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการคิดที่ต้องใช้ทักษะเพื่อแก้ไขปัญหา ซึ่งแก่นแท้คือการแก้ปัญหาแบบมีลำดับขั้นตอนให้กลายเป็นเรื่องที่สายอาชีพอื่นสามารถนำแนวคิดลำดับขั้นตอนไปแก้ปัญหาในเชิงนามธรรม โดยทักษะที่มีอยู่ในการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย 1) Decomposition การวิเคราะห์ปัญหาเชิงลึกเพื่อศึกษาความซับซ้อนของผลลัพธ์หรือปัญหา หรือแจกแจงปัญหาไปสู่ส่วนประกอบย่อยเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น 2) Pattern Recognition การมองหารูปแบบของปัญหา (Pattern) ที่เกิดขึ้นซ้ำ เพื่อนำมาประเมินสถานการณ์ 3) Pattern Generalization and Abstraction การมองภาพรวมเพื่อบินยาลักษณะที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยแบบมุกกว้าง และ 4) Algorithm Design การออกแบบลำดับการทำงานที่สามารถกำหนดปัญหาเพื่อออกแบบแนวทางการปรับปรุงให้เกิดผลลัพธ์ตามที่กำหนด

Grover and Pea (2013) การคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา การออกแบบระบบและการเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์โดยเป็นการวาดภาพบนแนวคิดพื้นฐานวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ สาระสำคัญของการคิดเชิงคำนวณคือแก้ปัญหาแบบวิทยาศาสตร์เมื่อเผชิญกับปัญหา

จากข้างต้นสรุปได้ว่าการคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่เกิดขึ้นในช่วงกลางศตวรรษที่ 21 นำไปสู่การแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนด้วยกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบคิดวิเคราะห์คิดแบบมีวิจารณญาณคิดอย่างมีเหตุผลคิดสร้างสรรค์เพื่อการแก้ปัญหาในลักษณะที่เป็นนามธรรม

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษาซี (C programming language)

Deitel (1994) ภาษาซีจัดเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่เกิดขึ้นในช่วง ค.ศ. 1969 – 1973 โดย Dennis เพื่อใช้เป็นภาษาในการพัฒนาระบบปฏิบัติการ UNIX โดยสาเหตุที่ภาษาซีได้รับความนิยมในกลุ่มนักเขียนโปรแกรมทั่วโลก เนื่องจากภาษาซีสามารถนำไปใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ทุกชนิด สามารถทำงานได้เร็วเทียบเท่าโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาอื่น มีฟังก์ชันมาตรฐานที่สามารถนำมาใช้งานได้จำนวนมาก สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเป็นฟังก์ชัน ทำให้พัฒนาโปรแกรมเป็นส่วน ๆ ได้ง่าย และสามารถเขียนได้ในรูปแบบโปรแกรมแบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วยลักษณะการทำงานแบบเรียงลำดับ การทำงานแบบมีเงื่อนไข และการทำงานแบบวนซ้ำ

Tiantong (1992) ภาษาซีเป็นภาษาที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการประยุกต์ได้อย่างกว้างขวาง ตรงตามความต้องการของทฤษฎีทางศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาษาซีมีรูปแบบข้อมูลให้เลือกอย่างสมบูรณ์กับการประยุกต์ต่าง ๆ มีตัวดำเนินการครบถ้วน ตลอดจนมีการควบคุมโครงสร้างได้แบบสมัยใหม่ Run-time Library มากมายสำหรับการจัดการกับ Input/Output, Storage Allocation, String Manipulation

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research) เพื่อออกแบบพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 3 กระบวนการ (Richey & Klein, 2007) ประกอบด้วย 1) กระบวนการออกแบบ (Design Process) 2) กระบวนการพัฒนา (Development Process) และ 3) กระบวนการประเมิน (Evaluation Process) โดยมีรายละเอียดแต่ละกระบวนการดังนี้

ระยะที่ 1 กระบวนการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี

วัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ที่เรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) และผู้เชี่ยวชาญ 9 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน โดยกำหนดคุณสมบัติไว้ว่าเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านเนื้อหาการคิดเชิงคำนวณ หรือเป็นผู้ที่สอนในรายวิชาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณไม่ต่ำกว่า 3 ปี 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนรู้ 3 ท่าน โดยกำหนดคุณสมบัติไว้ว่าเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านสื่อการเรียนรู้ หรือเป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านสื่อเกมมิฟิเคชัน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ 3 ท่าน โดยกำหนดคุณสมบัติไว้ว่าเป็นผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับดุริยบัณฑิตสาขาการวัดและประเมินผล หรือเป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ได้มาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

การออกแบบการวัดตัวแปร ประกอบด้วย 1) การกำหนดมาตรการวัดและการสร้างเครื่องมือ และ 2) การกำหนดวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบบันทึกเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 2) แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และ 3) แบบประเมิน กรอบแนวคิดในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำตามขั้นตอน ดังนี้ 1) ทบทวนวรรณกรรมโดยศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) สังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบและกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ 3) ศึกษาสภาพบริบท เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้จัดการเรียนรู้ 5) สังเคราะห์องค์ประกอบ 6) นำกรอบแนวคิดเสนอ อาจารย์ที่ปรึกษาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ และ 7) นำกรอบแนวคิดให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อตรวจสอบความ เหมาะสม

การวิเคราะห์ข้อมูล เลือกใช้สถิติเชิงสรุปอ้างอิง (inferential statistics) โดยมีการวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ 1) แบบบันทึกเอกสารที่เกี่ยวข้องวิเคราะห์โดยการสรุปและตีความจากหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) พฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์จากแบบบันทึกพฤติกรรม โดยข้อมูลได้มาจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และ 3) กรอบแนวคิดในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี วิเคราะห์โดยการประเมินจากกรอบแนวคิดที่ออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ เพื่อเขียนสรุปในรูปแบบความเรียง

ระยะที่ 2 กระบวนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี

วัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ 9 ท่าน ได้มาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

การออกแบบการวัดตัวแปร ประกอบด้วย 1) การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการออกแบบสิ่งแวดล้อม ทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี

การเก็บรวบรวมข้อมูล พัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันจากกรอบแนวคิดการออกแบบและ กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ เกมมิฟิเคชัน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ประเมินความเหมาะสมของสิ่งแวดล้อมทาง การเรียนรู้และนำเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

การวิเคราะห์ข้อมูล เลือกใช้สถิติเชิงสรุปอ้างอิง (inferential statistics) และ สถิติเชิงบรรยาย (descriptive statistics) นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของ Scoring Rubrics มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละประเด็นเพื่อ ประเมินความเหมาะสมของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในแต่ละประเด็นและในภาพรวม

ระยะที่ 3 กระบวนการประเมินสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ที่เรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ได้มาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

การออกแบบการวัดตัวแปร ประกอบด้วย 1) การกำหนดวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี และ 2) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

การเก็บรวบรวมข้อมูล นำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาใช้ในบริบทจริง โดยใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ที่เรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซีในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยนักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน จากนั้นจึงเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และเมื่อเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แล้วนักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน

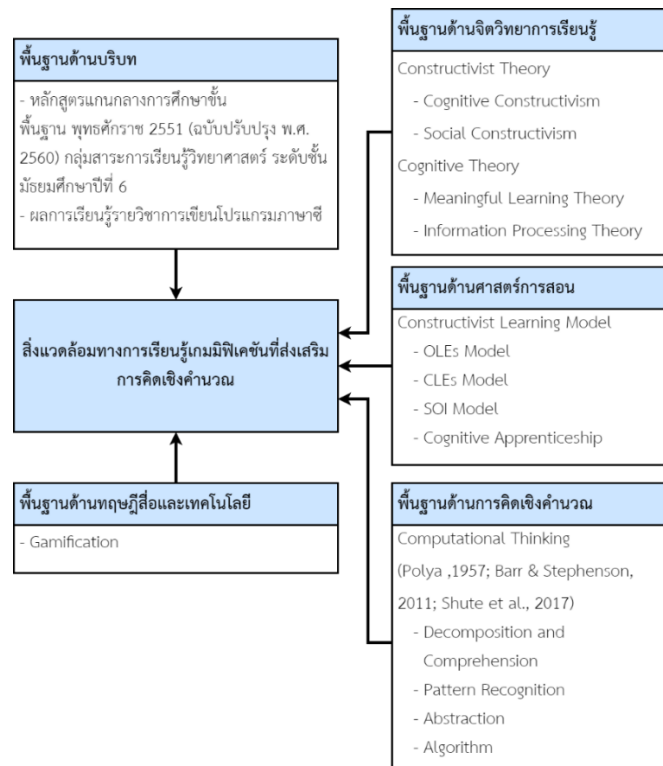
การวิเคราะห์ข้อมูล เลือกใช้สถิติเชิงบรรยาย (descriptive statistics) การวิเคราะห์ผลการคิดเชิงคำนวณวิเคราะห์โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ t-test

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 ออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กระบวนการออกแบบ

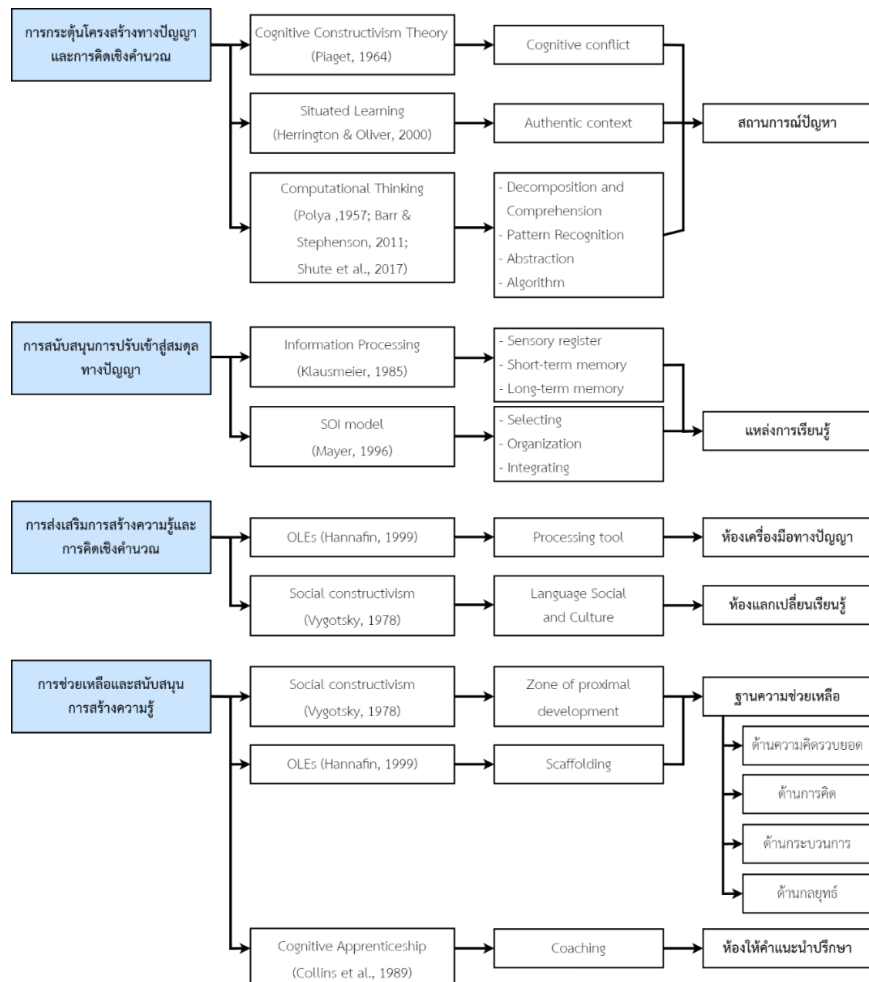
กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในระยะที่ 1 ประกอบด้วยพื้นฐาน 5 ด้าน ดังนี้ 1) พื้นฐานด้านบริบท ผู้วิจัยสอบถามกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการเรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน ผลการสำรวจ พบว่าผู้เรียนไม่เคยเรียนรู้อย่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน 2) พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ ผู้วิจัยศึกษาจากทฤษฎีที่สำคัญ 2 กลุ่ม ได้แก่ 2.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และ 2.2) ทฤษฎีกลุ่มปัญญานิยม (Cognitive Theory) 3) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน ศึกษาจากโมเดลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Learning Model) ประกอบด้วย 3.1) OLEs Model (Hannafin, 1999) 3.2) SOI Model (Mayer, 1996) และ 3.3) การฝึกหัดทางปัญญา (Cognitive Apprenticeship) ของ (Collins et al., 1989) 4) พื้นฐานด้านการคิดเชิงคำนวณ อ้างอิงหลักการของ (Polya, 1957; Barr & Stephenson, 2011; Shute et al., 2017) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 4.1) ทำความเข้าใจและแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition and comprehension) 4.2) พิจารณารูปแบบแก้ปัญหา (Pattern Recognition) 4.3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และ 4.4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) และ 5) พื้นฐานด้านทฤษฎีสื่อและเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน ที่ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 5.1) สถานการณ์ปัญหา 5.2) แหล่งการเรียนรู้ 5.3) ห้องเครื่องมือทางปัญญา 5.4) ห้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 5.5) ฐานความช่วยเหลือ และ 5.6) ห้องให้คำแนะนำปรึกษา มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมีพีเคชั่นที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กรอบแนวคิดการออกแบบประกอบด้วย 4 กระบวนการพื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ 1) การกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญาและการคิดเชิงคำนวณ อาศัยพื้นฐานจากหลักการและทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive Constructivist Theory) ของเพียเจต์ (Piaget, 1964) และหลักการของปัญหาที่มุ่งเน้นบริบทในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของปัญหาของ Situated Learning (Herrington & Oliver, 2000) ในการเข้าสู่บริบทที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมจริง และอาศัยหลักการการคิดเชิงคำนวณของ (Polya, 1957; Barr & Stephenson, 2011; Shute et al., 2017) ที่ประกอบด้วยทำความเข้าใจและแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย พิจารณารูปแบบแก้ปัญหา การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม 2) การสนับสนุนการปรับเข้าสู่สมดุลทางปัญญา อาศัยหลักการทฤษฎีการประมวลผลสารสนเทศ (Information Processing Theory) ของ (Klausmeier, 1985) ที่มุ่งเน้นการบันทึกในหน่วยความจำต่าง ๆ นอกจากนี้ยังใช้หลักการ SOI Model ของ (Mayer, 1996) ที่ช่วยในการจัดการข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ 3) การส่งเสริมการสร้างความรู้และการคิดเชิงคำนวณ อาศัยพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social Constructivism) ของ (Vygotsky, 1978) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูผู้สอน และนำทฤษฎี Open Learning Environment (OLEs) ของ (Hannafin, 1999) ที่เป็นการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการคิดแบบอเนกนัย และ 4) การช่วยเหลือและสนับสนุนการสร้างความรู้ จากหลักการของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของ (Vygotsky, 1978) เชื่อว่าผู้เรียนมีรอยต่อเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่า Zone of proximal development (Zpd) หากนักเรียนอยู่ต่ำกว่า Zpd จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการแนะนำแนวทางและการสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา จึงนำทฤษฎี OLEs ของ (Hannafin, 1999) เป็นการแนะนำแนวทางและการสนับสนุนความพยายามในการเรียนรู้ในส่วนของฐาน

การช่วยเหลือ (Scaffolding) นอกจากนี้ผู้วิจัยจึงนำทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึกหัดทางปัญญา (Cognitive Apprenticeship) ของ (Collins et al., 1989) ที่มุ่งเน้นการช่วยเหลือผู้เรียนที่เป็นมือใหม่ให้กลายเป็นผู้เชี่ยวชาญได้ เป็นการติดตามและกำกับผู้เรียนไม่ให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้

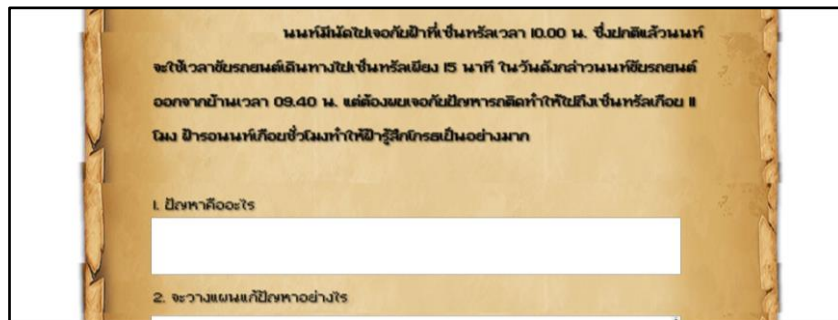


ภาพที่ 2 แสดงกรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

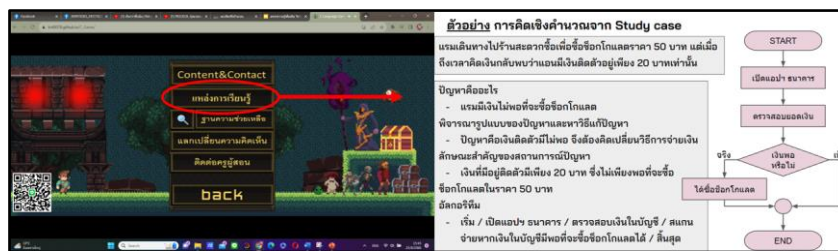
กระบวนการพัฒนา

ผู้วิจัยได้พัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน ในระยะที่ 2 โดยมีองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดการออกแบบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) สถานการณ์ปัญหา เป็นการกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญา โดยรูปแบบของสถานการณ์ปัญหาจะให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์โจทย์ว่าปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าวคืออะไร มีวิธีแก้ปัญหายังไร ออกแบบวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา และสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ไขสถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ คือ แหล่งรวบรวมข้อมูลเนื้อหาที่คอยช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเนื้อหาภายในแหล่งเรียนรู้จะเป็นการยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาดังแต่ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาจนถึงขั้นตรวจสอบผล ตัวอย่างการออกแบบอัลกอริทึม และตัวอย่างการออกแบบผังงาน 3) ห้องเครื่องมือทางปัญญา เป็นช่องทางให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูล

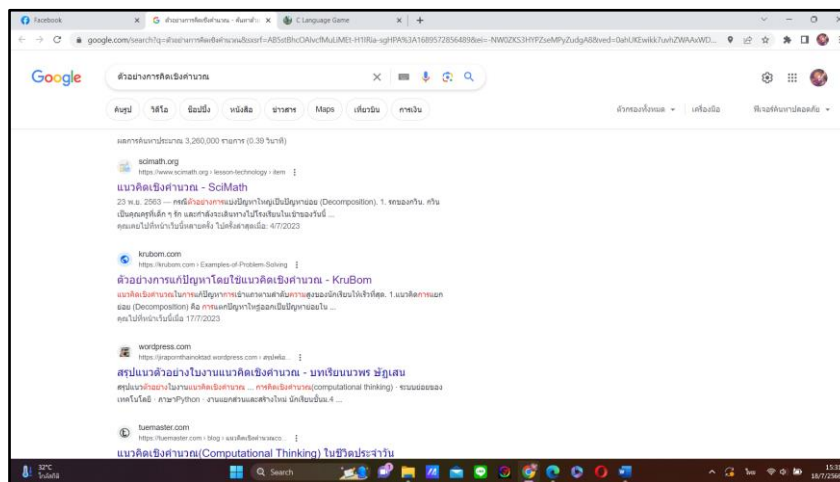
เพิ่มเติมนอกจากแหล่งการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ให้ 4) ห้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นช่องทางให้ผู้เรียนได้พูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือองค์ความรู้ของแต่ละบุคคล โดยการพัฒนารoomแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของผู้วิจัยได้ใช้ องค์ประกอบภาษาสังคมและวัฒนธรรม (Language Social and Culture) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน 5) ฐานความช่วยเหลือ เป็นการช่วยสนับสนุนการเรียนรู้และการปฏิบัติของผู้เรียน คอยแนะนำแนวทางและการสนับสนุน ความพยายามในการเรียนรู้ และ 6) ห้องให้คำแนะนำปรึกษา เป็นช่องทางพูดคุยระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งผู้สอน จะคอยชี้แนะและกระตุ้นกระบวนการรู้คิดให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นการช่วยเหลือผู้เรียนที่เป็น มือใหม่ให้กลายเป็นผู้เชี่ยวชาญได้



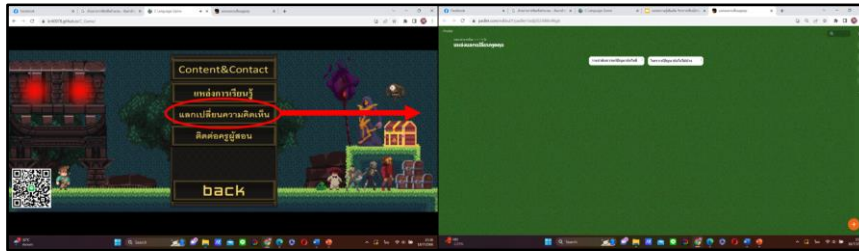
ภาพที่ 3 สถานการณ์ปัญหา



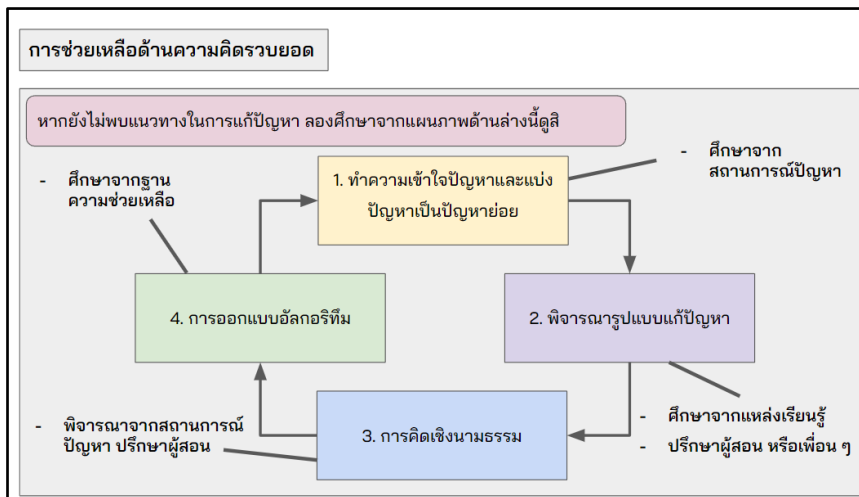
ภาพที่ 4 แหล่งการเรียนรู้



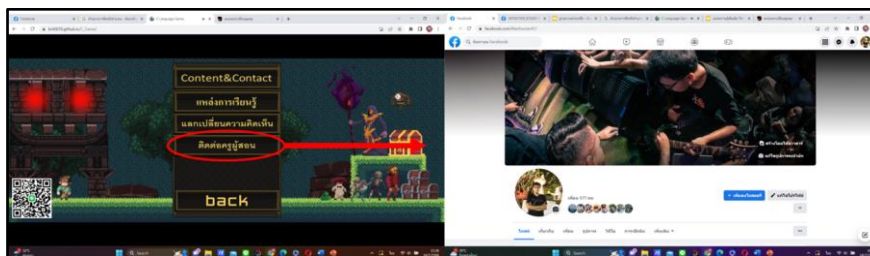
ภาพที่ 5 ห้องเครื่องมือทางปัญญา



ภาพที่ 6 ห้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้



ภาพที่ 7 ฐานความช่วยเหลือ



ภาพที่ 8 ห้องให้คำแนะนำปรึกษา

กระบวนการประเมิน

ผู้วิจัยได้นำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่พัฒนาแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมในระยะที่ 2 และรับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านมีดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการประเมิน	กลุ่มข้อมูล		ระดับคุณภาพ
		$\bar{x}$	S.D.	
ส่วนที่ 1 ด้านเนื้อหา				
1	ความยากของเนื้อหาที่ใช้มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	ปริมาณของเนื้อหาที่ใช้มีความเหมาะสม	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3	เนื้อหาที่ใช้เอื้อต่อการศึกษาค้นหาความรู้ของผู้เรียน	4.33	0.58	เห็นด้วย
4	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม อ่านเข้าใจง่าย	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5	การนำเสนอเนื้อหาที่มีความหลากหลาย น่าสนใจ	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6	สถานการณ์ปัญหาส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
สรุปคะแนนด้านเนื้อหา		4.67	0.21	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ส่วนที่ 2 ด้านสื่อเกมมิฟิเคชัน				
7	หน้า User Interface มีความสวยงาม น่าสนใจ	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8	รูปแบบและขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม อ่านง่าย	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9	สื่อที่พัฒนาขึ้นผู้เรียนสามารถใช้งานได้ง่าย	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
10	การใช้สื่อมีความเหมาะสม ดึงดูดความสนใจ	4.33	1.15	เห็นด้วย
11	สื่อที่พัฒนาขึ้นสามารถเข้าถึงสารสนเทศภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12	สื่อที่พัฒนาขึ้นมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.33	0.58	เห็นด้วย
สรุปคะแนนด้านสื่อเกมมิฟิเคชัน		4.61	0.25	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ส่วนที่ 3 ด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้				
13	สนับสนุนทักษะการคิดเชิงคำนวณ	4.33	1.15	เห็นด้วย
14	ผู้เรียนมีอิสระในการค้นคว้าหาข้อมูลตามความสนใจ	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
15	ส่งเสริมให้ผู้เรียนกระตือรือร้น จากการลงมือปฏิบัติ	4.00	1.00	เห็นด้วย
16	ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
17	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
18	ฐานความช่วยเหลือและครูผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ดีขึ้น	4.67	0.58	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
สรุปคะแนนด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้		4.56	0.35	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
สรุปคะแนนเฉลี่ยทุกรายการ		4.61	0.06	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้คือ 1) ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21 มีระดับคุณภาพในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งเหมาะสมสำหรับนำไปใช้จัดการเรียนรู้ 2) ด้านสื่อเกมมิฟิเคชัน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.25 มีระดับคุณภาพในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งเหมาะสมสำหรับนำไปใช้จัดการเรียนรู้ และ 3) ด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 มีระดับคุณภาพในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งเหมาะสมสำหรับนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และสรุปผลคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหา

ด้านสื่อเกมมิฟิเคชัน และด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.06 มีระดับคุณภาพในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งเหมาะสมสำหรับนำไปใช้จัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 เปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งอยู่ในระยะที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน

ผลการทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	$\sum D$	t	p-value
ก่อนเรียน	30	26	15	6.05	253	8.56	0.05
หลังเรียน	30	26	23.43	2.25			

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในช่วงหลังเรียน ($\bar{x} = 23.43$, S.D. = 2.25) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x} = 15$, S.D. = 6.05) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า ผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและกรอบแนวคิดการออกแบบของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) ห้องเครื่องมือทางปัญญา 4) ห้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 5) ฐานความช่วยเหลือ และ 6) ห้องให้คำแนะนำปรึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Techapornpong and Chaijaroen (2017) ที่ออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ โดยบูรณาการศาสตร์การสอนกับศาสตร์ทางประสาทวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของ Kwangmuang and Chaijaroen (2016) ที่สังเคราะห์กรอบแนวคิดของโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการประมวลสารสนเทศ โดยการบูรณาการระหว่างศาสตร์การสอนและประสาทวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลที่ได้จากสังเคราะห์ พบว่า พื้นฐานกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ 1) พื้นฐานด้านบริบท 2) พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ 3) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน 4) พื้นฐานด้านการคิดเชิงคำนวณ และ 5) พื้นฐานด้านทฤษฎีสื่อและเทคโนโลยี และกรอบแนวคิดการออกแบบของโมเดลฯ ประกอบด้วย 1) การกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญาและการคิดเชิงคำนวณ 2) การสนับสนุนการปรับเข้าสู่สมดุลทางปัญญา 3) การส่งเสริมการสร้างความรู้และการคิดเชิงคำนวณ และ 4) การช่วยเหลือและสนับสนุนการสร้างความรู้ ในงานวิจัยครั้งนี้ มีความแตกต่างจากงานวิจัยที่กล่าวมา คือ เป็นการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี โดยผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและกรอบแนวคิดการออกแบบครั้งนี้พบว่า มีความตรงตามหลักการทฤษฎีที่ระบุข้างต้นทุกองค์ประกอบ อาจเนื่องมาจากการศึกษาวิเคราะห์หลักการและทฤษฎีเพื่อทำการสังเคราะห์โมเดลฯ และได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลการตรวจสอบมีความ

สอดคล้องระหว่างหลักการทฤษฎีอย่างชัดเจน ส่งผลให้การสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและกรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปสู่การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ต่อไป

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมีพิเคชั่นที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี พบว่า ช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนให้ดีขึ้น ซึ่งนักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณช่วงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยสำรวจแล้วพบว่า กลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ชื่นชอบการเล่นเกมที่มีการแข่งขันกับคนอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคเกมมีพิเคชั่นมาใช้ในการกระตุ้นให้กลุ่มเป้าหมายเกิดความสนใจและสนุกสนานกับการเรียนรู้ผ่านเกม และช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thammabut et al. (2022) ที่พัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และแรงจูงใจในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ พบว่าผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนอยู่ในระดับดี สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับพอใช้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากบอร์ดเกมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น นำกรอบแนวคิดการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบภารกิจการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ในแต่ละด้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jatuporntienchai et al. (2022) ที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณที่มีต่อความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับปฐมวัย พบว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณเป็นการจัดประสบการณ์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาได้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมมักจะเริ่มต้นให้นักเรียนได้คิดจากปัญหาที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนรู้จักปัญหาและพิจารณาหาหนทางแก้ไขอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เรียนรู้และแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองภายใต้ความท้าทายอย่างเป็นระบบ

สรุปผล

การออกแบบพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมีพิเคชั่นที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) ห้องเครื่องมือทางปัญญา 4) ห้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 5) ฐานความช่วยเหลือ และ 6) ห้องให้คำแนะนำปรึกษา ซึ่งผู้วิจัยพบว่าองค์ประกอบดังกล่าวที่ได้กล่าวมาช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนให้ดีขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาซี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในช่วงหลังเรียน ($\bar{x} = 23.43$, S.D. = 2.25) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x} = 15$, S.D. = 6.05) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรมีการศึกษาแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม เพื่อให้การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมีพิเคชั่นมีความน่าสนใจมากขึ้น สามารถปรับใช้ได้ทุกบริบท
2. การศึกษานี้เป็นเพียงการเปรียบเทียบการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลอาจมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการนำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้

เกมมิฟิเคชันไปทดลองใช้กับกลุ่มอื่น ๆ ดังนั้น เพื่อให้เกมมิฟิเคชันสามารถปรับใช้ได้ทุกกลุ่ม ควรมีการพัฒนาเกมมิฟิเคชันที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างง่ายสำหรับกลุ่มอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี ควรมีการพัฒนาให้สามารถแก้ไขเนื้อหา แหล่งข้อมูล และคำถามในเกมมิฟิเคชันได้ เพื่อให้สามารถนำเกมมิฟิเคชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ได้

2. ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้ผ่านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซี ช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณให้ดีขึ้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเกมมิฟิเคชันและการคิดเชิงคำนวณในการวิจัยครั้งต่อไป

องค์ความรู้ใหม่

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันโดยอาศัยองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้และองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน และเมื่อนำเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนานและสนใจในการเรียนมากขึ้น ซึ่งมีส่วนช่วยพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในช่วงหลังเรียนให้ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน ดังนั้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้หรือหาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้สึกสนใจ สนุกสนาน จะมีส่วนช่วยในการกระตุ้นการเรียนรู้และพัฒนาองค์ความรู้ของนักเรียน

References

- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community. *ACM Inroads*, 2(1).
<https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>.
- Chaijaroen, S. (2016). *Instructional design: Principles and theories to practices* (3rd ed.). Faculty of Education, Khon Kaen University.
- Chanintarapum, A. (2016). The study guidelines for learning theory to constructivism using educational games. *Journal of Education, Silpakorn University*, 14(1), 54-59.
- Chumnum, C. (1997). *Nimitriyom – The theory of knowledge creation by students*. Training manual for learning development. Unit teaching integrated mathematics and science. Human Resource Development Project Coordination, Office Ministry of Education.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction: Essays in honor of Robert Glaser Hillsdale* (pp. 453-494). Erlbaum Associates.

- Deitel, H., & Deitel, P. (1994). *C: How to program*. Prentice Hall.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Hannafin, R. D. (1999). Open learning environments: Foundations and models. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional–design theories and models* (volume ii) (pp. 372–389). Lawrence Erlbaum.
- Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), 23–48. <https://doi.org/10.1007/BF02319856>
- Jatuporntienchai, R., Samahito, C., & Butkatunyoo, O. (2022). Effects of computational thinking activity provision on problem–solving skills among preschool students. *Journal of Educational Innovation and Research*, 6(2), 366–380.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game–based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Klausmeier, J. H. (1985). *Educational psychology*. Harper & Row.
- Kopirak, S. (2003). *Innovative teaching with a student–centered approach*. Book Point.
- Kwangmuang, P., & Chaijaroen, S. (2016). The result of synthesis framework of learning environment model enhance information processing for the learners integration between pedagogy and neuroscience. *Panyapiwat Journal*, 8(3), 188–201.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, C., Benson, L.C., English, L.D., & Duschl, R.A. (2020). On computational thinking and STEM education. *Journal for STEM Educ Res*, 3, 147–166. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w>.
- Martin, R. E. (1994). *Teaching science for all children*. United States of American.
- Mayer, R. E. (1996). Designing instruction for constructivist learning. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 141–159). Lawrence Erlbaum Associates.
- Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 176–186.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. Princeton University.

- Poolsawat, B., & Dokprakhon, P. (2016). Visual programming and computational thinking game. *Journal of Information Science and Technology*, 6(2), 9–16.
- Poondej, C., & Lerdpornkulrat, T. (2016). Learning management with the gamification concept. *Journal of Education Naresuan University*, 18(3), 331–339.
- Rahothan, A., Hirunchalothorn, P., & Butkatunyoo, O. (2021). The effects of real-life baseds learning activity provision to enhance computational thinking in young children. *Journal of Education Burapha University*, 32(3), 41–55.
- Richey, R.C., & Klein, J.D. (2007). *Design and development research*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Rueangrong, P. et al. (2018). Computational thinking and Thai education. *Panyapiwat Journal*, 10(3), 322–330.
- Saorayasakun, R., & Sonsilpong, S. (2021). The development of web applications supporting project-based learning to enhance computational thinking in computing science subject of grade 9th students. *Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University*, 4(11), 177–191.
- Shute, V., Ke, F., & Wang, L. (2017). Assessment and adaptation in games. In P. Wouters & H. van Oostendorp (Eds.), *Techniques to facilitate learning and motivation of serious games* (pp. 59–78). Springer.
- Suwankanit, T. (2017). Game card design to create understanding of studying communication design courses. In National academic conference Naresuan research No. 13: *Research and innovation with country development* (pp. 1700–1715). Phitsanulok University.
- Techapornpong, O., & Chaijaroen, S. (2017). Framework of constructivist web-based learning environment model to enhance creative thinking: Integration pedagogy and neuroscience. *Academic Services Journal, Prince of Songkla University*, 28(1), 118–129.
- Thammabut, T., Chueakun, P., Kaewthon, R., & Wonganu, P. (2022). The development of a board game to enhance computational thinking skill and motivation in computer programming course for undergraduate students. *Journal of Information and Learning*, 33(3), 34–45.
- Thongwichit, W., & Diteeyont, W. (2021). Learning management that promotes emotional intelligence with computational thinking skills and coding. *Journal (Education and Communication Technology)*, 16(21), 94–107.
-

Tiantong, M. (1992). *C programming*. King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological process*. Harvard University Press.