

การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์
ที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี สำหรับโครงสร้างข้อมูล
DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENT TO
ENHANCE ALGORITHMIC THINKING FOR DATA STRUCTURING

พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม¹ และ จารุณี ชามาตย์²
Pornsawan Vongtatham¹ and Charuni Samat²

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Assistant Professor, Department of Computer Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

²รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Associate Professor, Department of Computer Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

Received: March 12, 2019 Revised: May 24, 2019 Accepted: May 31, 2019 Published Online: September 18, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี สำหรับโครงสร้างข้อมูล โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) แบบ Type I (Richey and Klein, 2007) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ 1) กระบวนการออกแบบ 2) กระบวนการพัฒนา และ 3) กระบวนการประเมิน โดยการวิจัยครั้งนี้อยู่ในกระบวนการออกแบบและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มี 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านประเมินผล และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาอัลกอริทึมและโครงสร้างข้อมูลชั้นนำ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 12 คน ผลการวิจัยพบว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) สถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 4) ศูนย์ให้คำแนะนำ และ 5) ฐานการช่วยเหลือ และผลจากการประเมินประสิทธิภาพของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้เรียนพบว่า มีประสิทธิภาพในด้านผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านความคิดเห็นของผู้เรียน ด้านการคิดขั้นตอนวิธี และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ การคิดขั้นตอนวิธี โครงสร้างข้อมูล

ABSTRACT

This study was aimed at designing and developing an interactive learning environment to enhance algorithmic thinking. Developmental research (Phase I) was employed in this study. Research procedures were as follows: 1) Design the process, 2) Develop the process, and 3) Evaluate the process. There were 2 target groups: 1) Experts in content, instructional design, media professions, and evaluation and 2) 12 students earning their Master's degree in Computer Education at the Faculty of Education, Khon Kaen University. The findings from Phase 1 revealed the following 5 major components of an interactive learning environment: 1) A problematic situation that promotes algorithmic

¹Corresponding author: pornin@kku.ac.th

thinking, 2) Learning resources, 3) Exchange of knowledge, 4) Scaffolding, and 5) Coaching. Findings on the efficiency of the interactive learning environment revealed efficiency in the following areas, according to reviews conducted by the experts: 1) Learners' opinions, 2) Learners' algorithmic thinking, and 3) Learning achievement

KEYWORDS: Interactive Learning Environment, Algorithmic Thinking, Data Structuring

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มีความแตกต่างจากศตวรรษที่ผ่านมาเนื่องจากเกิด การเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ อย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด ส่งผลให้การจัดการศึกษาต้องเปลี่ยนจากจากกระบวนทัศน์แบบดั้งเดิม (Tradition Paradigm) ไปสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (New Paradigm) ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ด้วย การพัฒนาให้ผู้เรียนรู้จักกระบวนกรในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากปัญหาที่มีความซับซ้อนจากการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งเป็นโลกแห่งนวัตกรรมที่มุ่งเน้นความสร้างสรรค์ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำเดิม ดังนั้นโลกแห่งการศึกษาได้เปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างมากในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา การศึกษาที่ยอมรับกันว่าเป็นการสร้างความรู้ ความสามารถ และพัฒนาศักยภาพของคน ได้แก่การศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง หมายถึง การให้โอกาสแก่ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสรับรู้ เพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ ตลอดจนพัฒนาศักยภาพของแต่ละคนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยปราศจากข้อจำกัด ทั้งระดับสติปัญญา ความสามารถในการรับรู้ และอื่น ๆ อีกทั้งยังหวังว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลา และสถานที่ ที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดทั้งในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ในทุกระดับ (สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ, 2555) ดังนั้นทักษะการคิดจึงควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 ที่ต้องเจอกับสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนมากมายรอบ ตัวผนวกกับการเติบโตของเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด ท้ายที่สุดแล้วเป้าหมายของการศึกษาในยุคปัจจุบันนี้ก็เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ รอบตัวได้อย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยเทคโนโลยีหรือใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากกรอบทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แสดงให้เห็นว่าทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม เป็นทักษะที่ใกล้ตัวผู้เรียนมาก เป็นทักษะที่จำเป็นในการกำหนดความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่โลกของการทำงานจริงเพื่อเตรียมให้ผู้เรียนเป็นนักแก้ปัญหา โดยเฉพาะในศตวรรษที่ 21 ที่สภาพปัญหาที่มีความพิเศษกว่ายุคก่อนหน้า คือ ปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มสูงขึ้นในทุก ๆ ด้าน (Treffinger, 2005) ทักษะสำคัญพื้นฐานที่ครูผู้สอนต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นเพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียน และทักษะที่กล่าวถึงในกรอบทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาการสื่อสารและการร่วมมือ จะเห็นว่าทักษะการคิดเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ที่สำคัญยิ่งในศตวรรษที่ 21 และการคิดที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Thinking) (Treffinger, 2005)

ความคิดเชิงประมวลผล มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 เพราะความคิดเชิงประมวลผล เป็นวิธีการคิดที่มีผลบังคับใช้ทั่วทุกสาขาและถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของความรู้ในยุคดิจิทัล ในขณะที่ความสามารถการคิดเชิงประมวลผลอยู่บนพื้นฐานของการใช้เทคนิควิทยาการ

คอมพิวเตอร์ก็ยังขึ้นอยู่กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความรู้ที่มีอยู่และวิธีการที่เรานำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนในสาขาคอมพิวเตอร์ทุกแขนง เพราะการแก้ปัญหาและการเขียนโปรแกรมมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด โดย Wing (2006) ได้อธิบายถึงการคิดเชิงประมวลผลไว้ว่า เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและแสดงวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและประเมินผลได้ อีกทั้งการคิดเชิงประมวลผลเป็นการผสมผสานกันระหว่างความคิดต่างๆ เช่น การคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) การคิดขั้นตอนวิธี (Algorithmic Thinking) การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) และการคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative Thinking) เพื่อส่งเสริมแนวคิดของนวัตกรรมและการออกแบบ และสนับสนุนให้ผู้เรียนมีรูปแบบการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้ดีขึ้น เร็วขึ้น ราคาถูกลงได้ ส่งเสริมให้การเขียนโปรแกรมสามารถทำให้ขั้นตอนวิธีการ (Algorithm) หรือขั้นตอนการเขียนโปรแกรม (Procedure) มีประสิทธิภาพมากขึ้นหรือสามารถปรับขนาดได้โดยใช้โครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนการสร้างตรรกะ ซึ่งกระบวนการออกแบบอัลกอริทึมนี้เป็นหัวใจสำคัญของการนำไปสู่การเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง นำไปสู่การใช้โครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหาแต่ละกรณี ซึ่งการคิดที่จำเป็นในการออกแบบอัลกอริทึมให้ได้ประสิทธิภาพก็คือ การคิดขั้นตอนวิธี (Algorithmic Thinking) ซึ่ง Juraj (2016) กล่าวว่า การคิดขั้นตอนวิธีถือเป็นหนึ่งในแนวคิดหลักของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ถูกพิสูจน์แล้วว่า เป็นทักษะการคิดที่มีความจำเป็นอย่างมากสำหรับการแก้ไขปัญหาในการเรียนทางด้านคอมพิวเตอร์ ดังนั้น การศึกษาด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ยั่งยืนควรจะพัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานของการคิดขั้นตอนวิธีเป็นหลัก จึงจะสามารถประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Gerald (2006) ที่กล่าวว่า การคิดขั้นตอนวิธีถือเป็นหนึ่งในความสามารถหลักที่ทำให้ผู้เรียนในสาขาคอมพิวเตอร์สามารถประสบผลสำเร็จได้ทั้งในการศึกษาระดับโรงเรียนและมหาวิทยาลัย

จากผลการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ด้านกระบวนการคิดวิเคราะห์ของเด็กอยู่แค่ระดับพอใช้เป็นส่วนใหญ่ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา, 2550) หากเปรียบเทียบกับต่างชาติด้วยแล้วยิ่งแตกต่างอย่างมาก เพราะจากการประเมินของ PISA ด้านความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ปรากฏว่าเด็กไทยได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย จึงส่งผลให้คุณภาพการศึกษาและคุณภาพชีวิตเด็กไทยจึงตกต่ำลงไปเรื่อย ๆ โดยเฉพาะการคิดแก้ปัญหาในระดับอุดมศึกษา พบว่ายังมีข้อด้อยอยู่หลายประการด้วยกัน โดยเฉพาะปัญหาของการเรียนการสอนที่วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องคอยรับความรู้จากผู้สอนและคิดตามผู้อื่นมากกว่าการคิดด้วยตนเองในการที่จะสร้างผลงาน หรือองค์ความรู้ที่เป็นสิ่งใหม่ให้กับสังคมนั้นก็ยังไม่เด่นชัดมากนัก

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลแบบต่าง ๆ การออกแบบและเขียนโปรแกรมในการจัดการโครงสร้างข้อมูลแบบต่าง ๆ และนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีเนื้อหายากและซับซ้อน ทำให้นักศึกษาเข้าใจยาก โดยรายวิชาดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นทฤษฎี และมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้งานฟังก์ชันคำสั่ง ซึ่งต้องทำการเรียนทฤษฎีพร้อมกับปฏิบัติตามจึงทำให้ยากที่นักศึกษาจะทำความเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดี ดังนั้น ลักษณะเนื้อหาส่วนใหญ่จะประกอบด้วยโจทย์ปัญหาที่เป็นนามธรรม ที่ต้องอาศัยขั้นตอนวิธีการคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ ออกแบบ การวางแผนเพื่อแก้ไขโจทย์ปัญหา และนำไปสู่การเลือกใช้โครงสร้างข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนับว่ามีความสำคัญอย่างมาก และจากงานวิจัยของ เสาวลักษณ์ คำภา (2552) พบว่าการเรียนการสอนในรายวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมมีเนื้อหาที่ยาก ซับซ้อน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อ

หน่วยและจากที่ผ่านมานักศึกษาทำคะแนนได้ค่อนข้างต่ำ คือทำคะแนนได้เฉลี่ยเพียงร้อยละ 55 ของคะแนน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิดาภา บุญประสม (2554) ที่ทำการสำรวจผลการเรียนรายวิชา โครงสร้างข้อมูลของนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2551-2553 พบว่านักศึกษาร้อยละ 70 ทำคะแนนในวิชานี้ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงเทคนิคการสอนให้มีคุณภาพซึ่งเทคนิคการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ใหม่ ๆ มีหลายวิธีเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนได้ แต่ปัญหาหนึ่งของการพัฒนาการเรียนการสอนนั้นคือ การจัดกระบวนการเรียนการสอนของครู ที่เน้นในด้านเนื้อหาสาระและวิธีการสอนแบบบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ไม่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งข้อจำกัดในเรื่องของเวลาเรียนที่ไม่ต่อเนื่องและความสามารถในการรับรู้ข้อมูลของผู้เรียนที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดและทักษะกระบวนการ ขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ขาดเจตคติที่ดีต่อวิชา และมีผลทำให้คะแนนในวิชานี้ได้ต่ำกว่าเกณฑ์

จากผลการวิจัยข้างต้น ด้วยเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมสูง ในการออกแบบกระบวนการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญที่ต้องสามารถช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ไขปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของการคิดขั้นตอนวิธีได้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ต้องเน้นทักษะกระบวนการคิดที่สามารถเน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้เพื่อตอบโจทย์ของการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัยในขณะนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมโดยใช้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์แบบปฏิสัมพันธ์มาช่วยพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นกระบวนการคิดขั้นตอนวิธีที่เน้นการโต้ตอบข้อมูลหรือการกระทำของผู้เรียนแบบทันทีเพื่อสนองต่อความต้องการและทักษะของผู้เรียนได้ตามสามารถของแต่ละบุคคล ผนวกกับการออกแบบบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่มขนาดเล็ก และขยายองค์ความรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มขนาดใหญ่ในชั้นเรียนร่วมกับผู้สอนที่เปลี่ยนบทบาทหน้าที่จากเดิมเป็นผู้สอนเนื้อหาผ่านการบรรยายและสไลด์ธรรมดา เปลี่ยนมาเป็นรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่เอื้ออำนวยสนับสนุนให้เกิดกระบวนการคิดขั้นตอนวิธีให้ได้ตรงตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี สำหรับโครงสร้างข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) แบบ Type I (Richey and Klein, 2007) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการคือ 1) กระบวนการออกแบบ 2) กระบวนการพัฒนา และ 3) กระบวนการประเมิน โดยในการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ อยู่ในกระบวนการที่ 1 กระบวนการออกแบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ซึ่งในกระบวนการออกแบบและพัฒนาครั้งนี้ประกอบด้วย การวิจัยเอกสาร การศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ การออกแบบและนำมาพัฒนาเป็นสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ และ

การปรับปรุงให้มีคุณภาพ ผู้ที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาในการศึกษากระบวนการนี้ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านทฤษฎี (Theorists) ด้านการออกแบบ (Designers) ผู้พัฒนา (Developers) ผู้ประเมิน (Evaluators) และผู้วิจัย (Researchers) การดำเนินงานวิจัยอยู่ในกระบวนการที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วย 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ได้แก่ ด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ด้านสื่อ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของสิ่งแวดล้อมบนเครือข่าย จำนวน 3 ท่าน และด้านประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน 2 ท่าน และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาอัลกอริทึมและโครงสร้างข้อมูลขั้นนำ จำนวน 12 คน

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) แบบ Type I (Richey and Klein, 2007) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการคือ 1) กระบวนการออกแบบ 2) กระบวนการพัฒนา และ 3) กระบวนการประเมิน แต่การวิจัยในระยะที่ 1 นี้เป็นการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ จะใช้วิธีการศึกษา ได้แก่ การวิจัยเอกสาร (Document analysis) และการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey)

3. เครื่องมือการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ รูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ซึ่งมีกระบวนการในการพัฒนาดังนี้ (1) การศึกษาหลักการ และทฤษฎี (2) การศึกษาสภาพบริบท (3) การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ (4) การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ และ (5) การประเมินประสิทธิภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) แบบบันทึกการตรวจสอบและวิเคราะห์เอกสาร เพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework) สำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

2) แบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ เพื่อสร้างกรอบแนวคิดการออกแบบ (Designing framework) สำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

3) แบบประเมินสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อบนเครือข่าย ด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ และด้านการประเมินผล

4) แบบวัดการคิดขั้นตอนวิธี สร้างขึ้นโดยอาศัยกรอบของ Nili (2005) ที่มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Analyze Problem) 2) ค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Find solution idea) 3) การกำหนดขั้นตอนวิธี (Formulate algorithm) 4) การรันอัลกอริทึม (Playing the algorithm) 5) การสะท้อนผลอัลกอริทึม (Reflect algorithm)

5) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย พร้อมทั้งสร้างแนวทางการให้คะแนน (Scoring Guideline) ของข้อสอบแต่ละข้อโดยกำหนดแนวทางการให้คะแนนที่บรรยายถึงคุณภาพในภาพรวม (Holistic Scoring)

6) แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนด้วยรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ประกอบด้วย 3 ประเด็นหลัก คือ ด้านเนื้อหา ด้านการเรียนรู้บนเครือข่าย และด้านการออกแบบที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี พร้อมทั้งเขียนแสดงเหตุผลและความคิดเห็นเพิ่มเติม ตลอดจนข้อเสนอแนะอื่น ๆ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ทำการวิจัยเอกสาร (Document analysis) โดยทำการศึกษา และวิเคราะห์เกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎี เกี่ยวกับการออกแบบรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ประกอบด้วยพื้นฐานด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ (Psychological base) ด้านศาสตร์การสอน (Pedagogies base) ด้านการคิดขั้นตอนวิธี (Algorithmic thinking) ด้านสื่อ (Media) ด้านเทคโนโลยี (Technologies base) และด้านบริบท (Contextual base) เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

4.2 การสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework) สร้างกรอบแนวคิดโดยอาศัยพื้นฐานจากการศึกษาและวิเคราะห์หลักการทฤษฎี งานวิจัย ตัวแปร ทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักการทฤษฎีและการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จากการศึกษาหลักการ งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสามารถสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีได้จากพื้นฐานทฤษฎีดังต่อไปนี้ พื้นฐานด้านการคิดขั้นตอนวิธี พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ (Cognitive constructivist, Social constructivist, Information processing) พื้นฐานด้านทฤษฎีสื่อ (Media Symbol System) พื้นฐานด้านเทคโนโลยี (Web base technology, Interactive) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน (Constructivist Learning environment, Cognitive Apprentiship) และพื้นฐานด้านสภาพบริบท

4.3 ศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการเรียนการสอนรายวิชาอัลกอริทึมและโครงสร้างข้อมูลขั้นนำ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา รายวิชาที่นำมาวิจัยอยู่ในหัวข้อเรื่อง การเรียงลำดับข้อมูล และการค้นหาข้อมูล และการศึกษาสภาพบริบทผู้เรียน ผลการศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการเรียนการสอนรายวิชาอัลกอริทึมและโครงสร้างข้อมูลขั้นนำ

4.4 การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ (Designing Framework) จากผลการศึกษากรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและการศึกษาสภาพบริบท สามารถนำมาเป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องประกอบของรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

4.5 พัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการรู้แบบปฏิสัมพันธ์

4.6 ประเมินประสิทธิภาพสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ โดยนำสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเกี่ยวกับการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ โดยใช้แบบประเมินที่มีประเด็นคำถามแบบปลายเปิด (Open-ended Form) พร้อมให้ระบุเหตุผลหรือข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง ทั้งในประเด็นที่มีความคิดเห็นสอดคล้องหรือไม่สอดคล้อง แล้วใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปตีความ จากข้อมูลที่ได้จากการประเมินรูปแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ด้านเนื้อหาการเรียนรู้ ด้านสื่อบนเครือข่าย และด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

4.7 ศึกษาบริบทการใช้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ในสภาพบริบทจริง นำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ในสภาพบริบท

จริง ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาในระยะที่ 1 กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 12 คน จัดแบ่งนักศึกษา ออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 2 คน จำนวน 3 กลุ่ม และกลุ่มละ 3 คน จำนวน 2 กลุ่ม แล้วให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การเรียงลำดับข้อมูล และการค้นหาข้อมูล เพื่อประเมินประสิทธิภาพและปรับปรุงรูปแบบให้มีความสมบูรณ์ โดยอาศัยพื้นฐานจากผลงานวิจัยของ สุมาลี ชัยเจริญ (2547) และหลังจากเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ให้ผู้เรียนทำแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน แบบวัดการคิดขั้นตอนวิธี และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การตรวจสอบคุณภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้มาจากแบบประเมินรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ที่มีลักษณะปลายเปิด ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การสรุปตีความ

5.2 ความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ ที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์แบบมาตราส่วนประมาณค่า ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.3 การคิดขั้นตอนวิธีของผู้เรียน ที่ได้จากแบบวัดการคิดขั้นตอนวิธีของผู้เรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

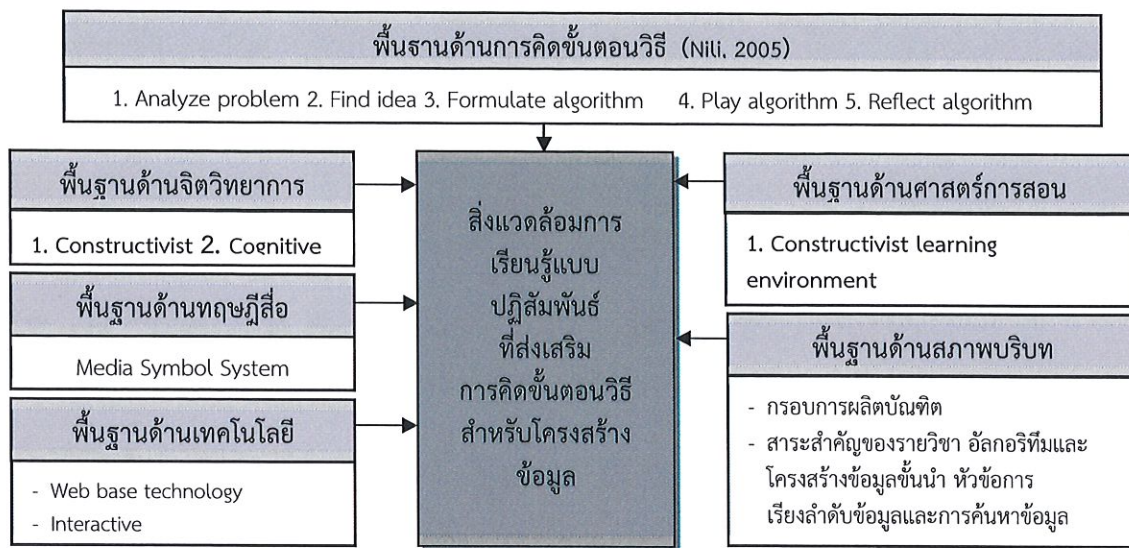
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

การออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี สำหรับโครงสร้างข้อมูล ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับ หลักการ ทฤษฎี เกี่ยวกับการออกแบบรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ประกอบด้วย พื้นฐานด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ (Psychological base) ด้านศาสตร์การสอน (Pedagogies base) ด้านการคิดขั้นตอนวิธี (Algorithmic thinking) ด้านสื่อ (Media) ด้านเทคโนโลยี (Technologies base) และด้านบริบท (Contextual base) เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์

1. สังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework)

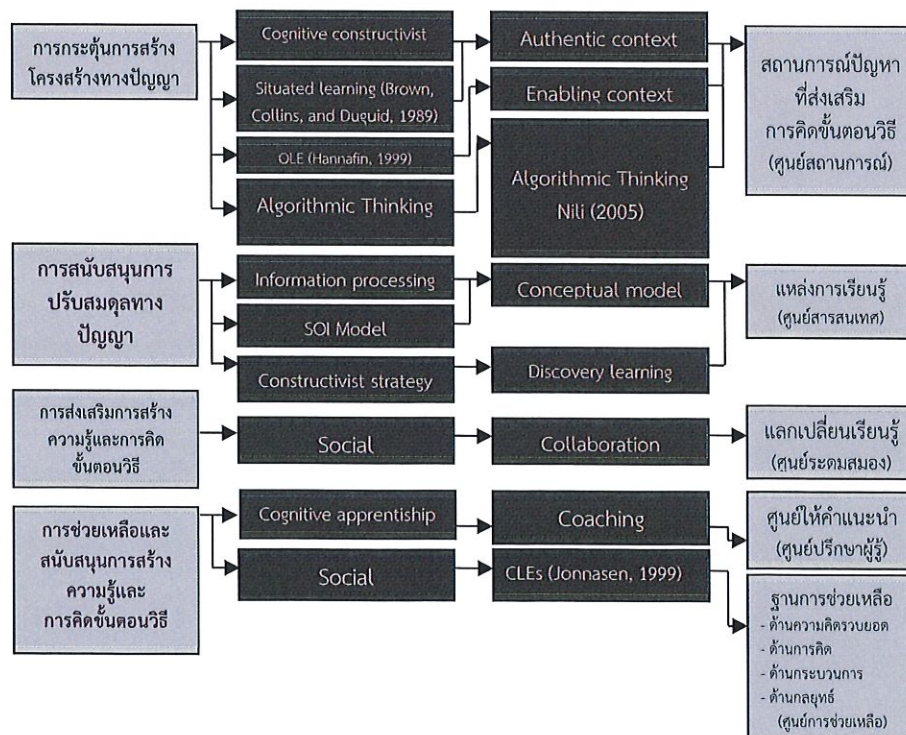
สร้างกรอบแนวคิดโดยอาศัยพื้นฐานจากการศึกษาและวิเคราะห์หลักการทฤษฎี งานวิจัย ตัวแปร ทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักการทฤษฎีและการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จากการศึกษา หลักการ งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสามารถสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีได้ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework) สำหรับการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี สำหรับโครงสร้างข้อมูล

2. สังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ (Designing framework)

จากการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical framework) ของรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นตอนวิธี สำหรับโครงสร้างข้อมูล ได้นำมาเป็นพื้นฐานการสร้างกรอบแนวคิดสำหรับการออกแบบรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นตอนวิธีได้ดังนี้

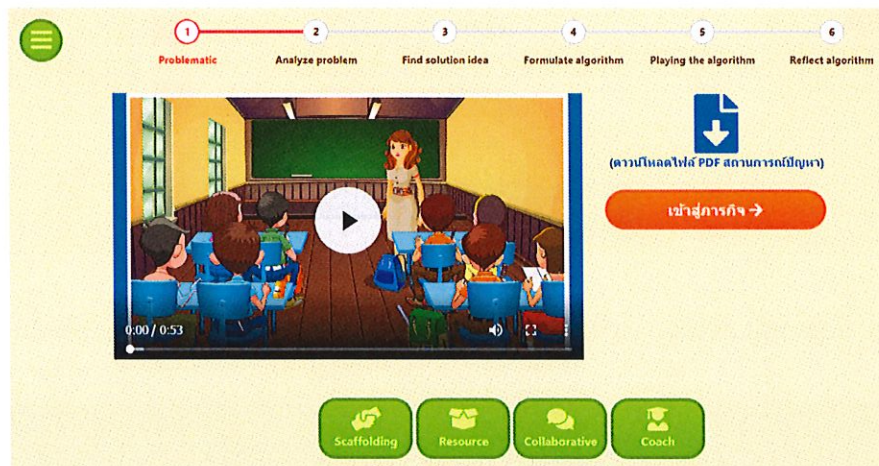


ภาพที่ 2 แสดงกรอบแนวคิดการออกแบบ (Designing framework) สำหรับการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี สำหรับโครงสร้างข้อมูล

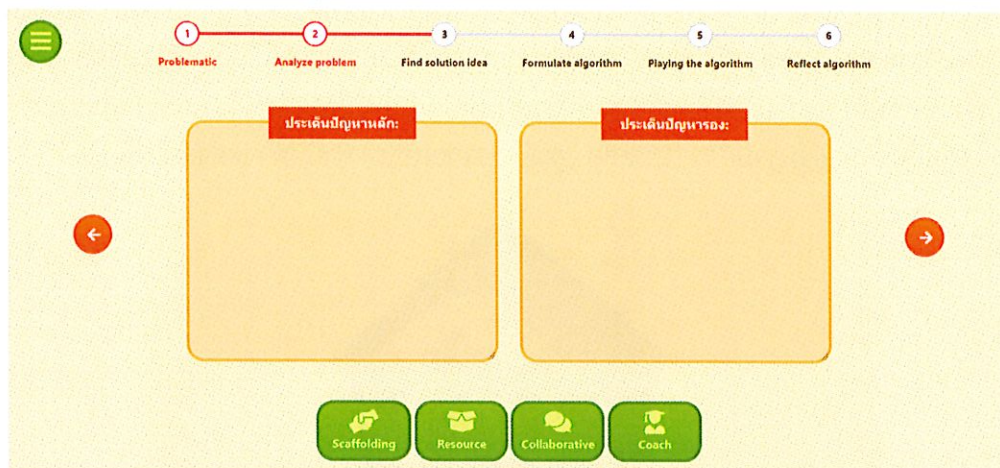
ผลการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นตอนวิธีสำหรับโครงสร้างข้อมูล ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ สถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี (ศูนย์สถานการณ์) แหล่งการเรียนรู้ (ศูนย์สารสนเทศ) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (ศูนย์ระดมสมอง) ศูนย์ให้คำแนะนำ (ศูนย์ปรึกษาผู้รู้) ฐานการช่วยเหลือ (ศูนย์การช่วยเหลือ) ซึ่งมีหน้าจอดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 แสดงหน้าแรกของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ซึ่งประกอบด้วย 3 สถานการณ์ปัญหา



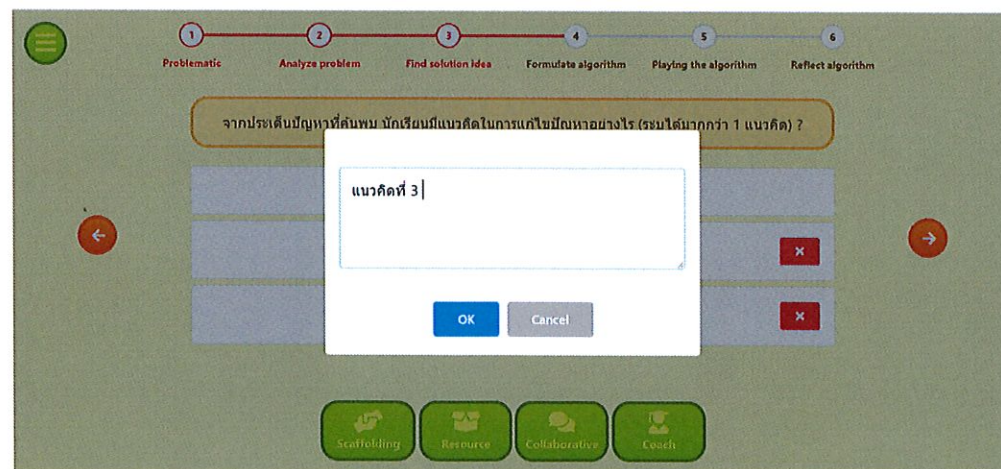
ภาพที่ 4 แสดงหน้าสถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้



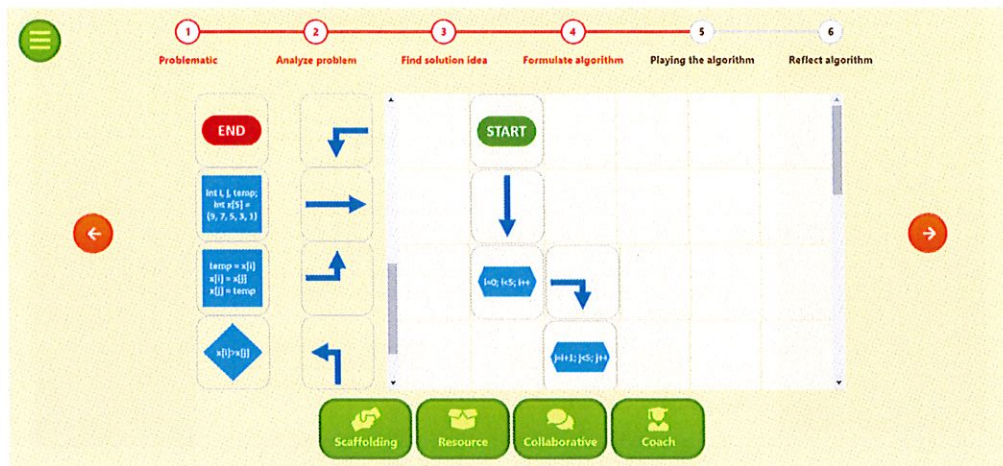
ภาพที่ 5 แสดงหน้าภารกิจการเรียนรู้ในขั้นการวิเคราะห์ปัญหาของการคิดขั้นตอนวิธี



ภาพที่ 6 แสดงหน้าภารกิจการเรียนรู้ในขั้นค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหของการคิดขั้นตอนวิธี



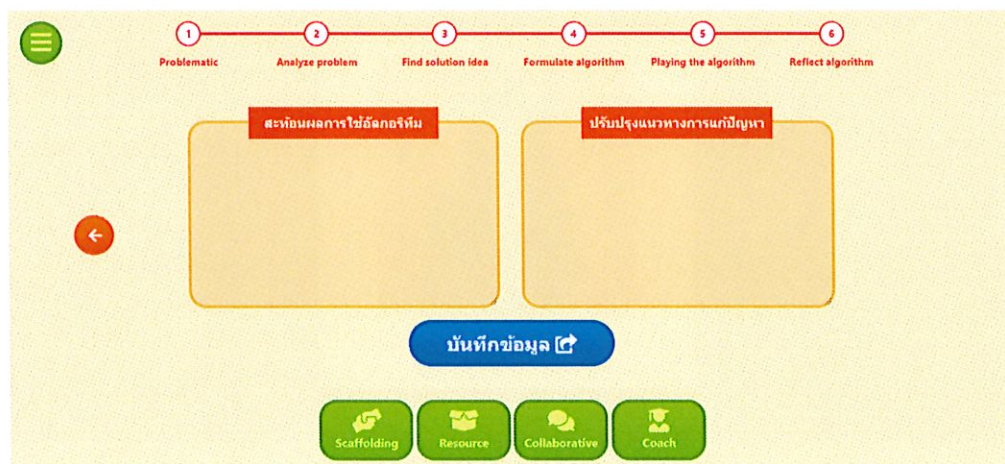
ภาพที่ 7 แสดงหน้าภารกิจการเรียนรู้ในขั้นค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหของการคิดขั้นตอนวิธี



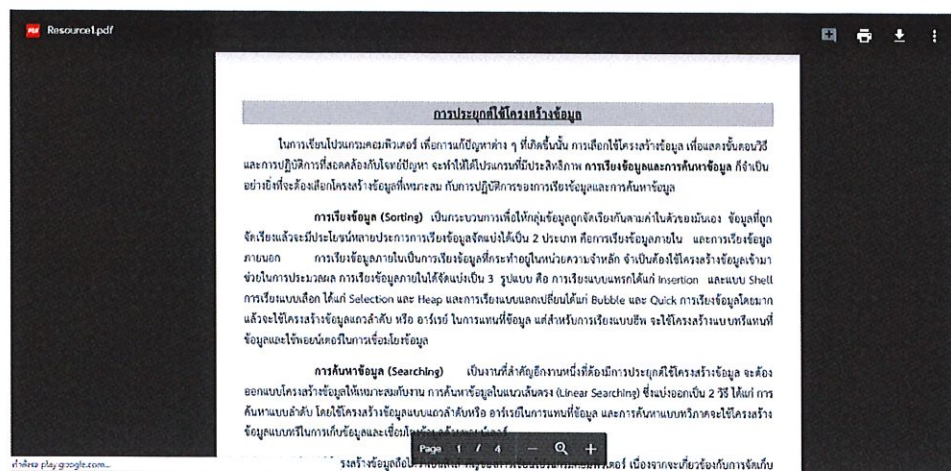
ภาพที่ 8 แสดงหน้าภารกิจการเรียนรู้ในขั้นการกำหนดขั้นตอนวิธีของการคิดขั้นต้นวิธี



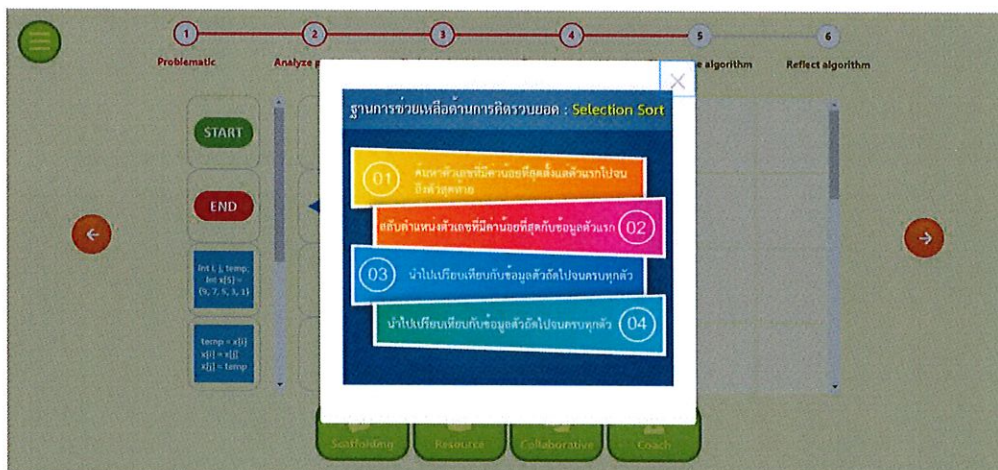
ภาพที่ 9 แสดงหน้าภารกิจการเรียนรู้ในขั้นการรันอัลกอริทึมของการคิดขั้นต้นวิธี



ภาพที่ 10 แสดงหน้าภารกิจการเรียนรู้ในขั้นการสะท้อนผลอัลกอริทึมของการคิดขั้นต้นวิธี



ภาพที่ 11 แสดงหน้าแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม



ภาพที่ 12 แสดงหน้าฐานการช่วยเหลือ



ภาพที่ 13 แสดงหน้าปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อยืนยันคุณภาพของระบบที่เป็นสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยได้ประเมินตามแนวคิดของสุมาลี ชัยเจริญ (2551) ทั้ง 5 ด้าน มีผลการประเมินดังนี้ 1) ด้านผลผลิตพบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์โดยรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.58) ซึ่งด้านประสิทธิภาพของระบบทั้งระบบสนับสนุนผู้สอนและระบบสนับสนุนผู้เรียน ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้ในระดับมากที่สุด 2) ด้านบริบทการใช้ผลการศึกษาพบว่า การจัดจำนวนผู้เรียนต่อกลุ่มที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ จำนวน 3 คนต่อกลุ่ม 3) ด้านความคิดเห็นของนักศึกษาที่ใช้งานระบบ พบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนกลุ่มทดลองใช้ระบบที่มีต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก 4) ด้านความสามารถทางสติปัญญา พบว่ากลุ่มผู้เรียนมีระดับการคิดขั้นตอนวิธีหลังเรียนสูงกว่าระดับการคิดขั้นตอนวิธีก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ากลุ่มผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพครบทั้ง 5 ด้าน

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธีสำหรับโครงสร้างข้อมูล ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ สถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธี (ศูนย์สถานการณ์) แหล่งการเรียนรู้ (ศูนย์สารสนเทศ) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (ศูนย์ระดมสมอง) ศูนย์ให้คำแนะนำ (ศูนย์ปรึกษาผู้รู้) ฐานการช่วยเหลือ (ศูนย์การช่วยเหลือ) และในการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อยืนยันคุณภาพของระบบที่เป็นสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยได้ประเมินตามแนวคิดของสุมาลี ชัยเจริญ (2551) พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพครบทั้ง 5 ด้าน ซึ่งสอดคล้องกับ ฌ์ฐกานต์ เมยเค้า (2557) ที่ได้ศึกษาเมนทอลโมเดลของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ วิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ผลการวิจัย พบว่าผู้เรียนสามารถอธิบายถึงเงื่อนไข (Condition) เพื่อแสดงถึงการกระทำที่เป็นผลลัพธ์ (Action) ในลักษณะการเขียนผังงานที่เป็นลำดับขั้นตอน พร้อมอธิบายเงื่อนไขที่เกิดขึ้นแต่ละขั้นตอนจนถึงผลลัพธ์ตามกระบวนการ ซึ่งแสดงว่าสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้สามารถกระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดขั้นสูงที่นำไปสู่การเขียนโปรแกรมได้เป็นอย่างดี อีกทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ อยู่ในระดับมาก เนื่องจากการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ส่วนความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนด้วยวิธีการนี้และมีความคิดเห็นว่าการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ส่งเสริมทักษะและกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และยังพบว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถนำมาใช้ออกแบบโดยประสานร่วมกับสื่อที่คุณลักษณะต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้บนเครือข่าย มัลติมีเดียและสื่อสิ่งพิมพ์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมการคิดขั้นตอนวิธีในการนำเสนอโจทย์ให้มีความหลากหลายของโจทย์มากขึ้น อาจเป็นกรณีใกล้เคียงที่มีลักษณะของโจทย์ที่ใกล้เคียงกัน ในมุมมองที่หลากหลาย

2. ในการวัดทักษะการคิดของผู้เรียน ควรมีการวัดที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งแบบวัดและวิธีการวัด เพื่อให้ระบบสามารถวัดระดับทักษะการคิดของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุมและแท้จริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ของผู้เรียน ในด้านอื่น ๆ ที่เรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนรู้ที่จะตอบสนองและสอดคล้องกับกระบวนการทางปัญญาของผู้เรียนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติและมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชณิตาภา บุญประสม. (2554). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคู่คิด ในรายวิชาโครงสร้างข้อมูล หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐกานต์ เมย์แก้ว. (2557). เมนทอลโมเดลของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์วิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. (2555). การเปลี่ยนแปลงโลกของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาสู่ “ครูมืออาชีพ”. ค้นเมื่อ 23 กันยายน 2555, จาก http://hu.swu.ac.th/hu/km/Files/2_Changes_in_the_world21.pdf
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). เทคโนโลยีการศึกษา หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เสาวลักษณ์ คำถา. (2552). บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2550). รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกรอบแรก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ.2554-2558). กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.



- Futschek, G. (2006). Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. Informatics Education – The Bridge between Using and Understanding Computers: International Conference in Informatics in Secondary Schools – Evolution and Perspectives. *Proceedings ISSEP 2006*. (pp. 159-168).
- Hromkovi, J. (2016). Examples of Algorithmic Thinking in Programming Education. *Olympiads in Informatics*, 10(2), 111–124.
- Naveh, N. (2005). *The Design of Learner-centred, Technology-enhanced Education: Developing of Algorithmic Thinking in Middle School Pupils in Israel*. Retrieved June 23, 2015, from <http://www.phd.richardmillwood.net/en/portfolio/media/>
- Nili, Naveh. (2005). *Developing of Algorithmic Thinking in Middle School Pupils in Israel*. Retrieved June 2, 2015, from <http://www.phd.richardmillwood.net/en/portfolio/media/Algorithmic%20thinking.pdf>
- Richey, R. C., & Klein, J. (2007). *Design and developmental research*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Treffinger, D. J. (2005). *Creative Problem Solving: an introduction*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Wing, M. J. (2006). *Communications of The ACM: Computational Thinking*. Retrieved June 20, 2014, from <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

