

## The Design and Development of a Constructivist Web-Based Learning Environment with Augmented Reality to Enhance Creative Thinking on the Topic of Medical Computer Graphic Design for Undergraduate Students

การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

Tanapone Krabkraikaew and Sumalee Chaijaroen\*

ธนพนธ์ กาบไกรแก้ว และ สุมาลี ชัยเจริญ\*

Department of Educational Technology Program, Faculty of Education, Khon Kaen University

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\*Corresponding author: [sumalee@kku.ac.th](mailto:sumalee@kku.ac.th)

Received July 31, 2019 ■ Revised February 12, 2020 ■ Accepted March 9, 2020 ■ Published August 21, 2020

### Abstract

The purpose of this research was to design and develop a constructivist web-based learning environment with augmented reality to enhance creative thinking on the topic of medical computer graphic design for medical education technology students. The target group consisted of 30 first year students of medical education technology from Khon Kaen University who took a medical computer graphic design course in academic year 2018 and five experts. The developmental research Type I was employed in three processes: 1) design process 2) development process and 3) evaluation process. The results revealed that design and development of web-based learning environment with augmented reality consisted of seven components: 1) problem base 2) resource 3) cognitive tool 4) creative thinking center 5) collaboration 6) scaffolding 7) coaching; It was also found that the effectiveness of the evaluation process had suitable quality in five dimensions: 1) product assessment, 2) contextual utilization assessment, 3) learner's opinions assessment, 4) assessment of learner's cognitive ability, and 5) assessment of learner's achievement. And found that the efficiency evaluation results are reasonable in five aspects.

Keywords: Web-Based Learning Environment, Constructivist, Augmented Reality, Creative thinking

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการศึกษาแพทย์ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ที่เรียนวิชาการออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 30 คน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research) รูปแบบที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ 1) กระบวนการออกแบบ และ 2) กระบวนการพัฒนา และ 3) กระบวนการประเมิน ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ 1) สถานการณ์ปัญหาและการจัดการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) เครื่องมือทางปัญญา 4) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 5) การร่วมมือกันแก้ปัญหา 6) ฐานการช่วยเหลือ 7) การโค้ช และพบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพในกระบวนการประเมิน (Evaluation process) พบว่า มีความเหมาะสมทั้ง 5 ด้าน 1) การประเมินผลผลิต 2) การประเมินบริบทการใช้ 3) การประเมินด้านความคิดเห็นของผู้เรียน 4) การประเมินด้านความสามารถทางปัญญาของ และ 5) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และพบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพมีคุณภาพที่เหมาะสมทั้ง 5 ด้าน

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย, คอนสตรัคติวิสต์, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, การคิดสร้างสรรค์

## บทนำ (Introduction)

จากสภาพการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคมของโลกก่อให้เกิดปัจจัยที่สำคัญที่จะเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21 ก็คือ ศักยภาพของระบบการศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดสร้างสรรค์ และสามารถแปลงการคิดสร้างสรรค์นั้นเพื่อสร้างเป็นนวัตกรรม ดังนั้น ระบบการศึกษาในหลายประเทศ จึงได้พัฒนาหลักสูตรการศึกษาเพื่อที่จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมและส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจ จากสภาพการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เกิดการพัฒนาทางการศึกษาในประเทศไทย เกิดเป็นยุคไทยแลนด์ 4.0 เป็นยุคที่มุ่งเน้นการปฏิรูปโครงสร้างทางเศรษฐกิจ และมุ่งเน้นที่การคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆ รวมถึงในปัจจุบันการที่ข้อมูลสารสนเทศมีการเปลี่ยนแปลงทุกขณะเมื่อความรู้เป็นสิ่งไม่คงที่ ทำให้การศึกษาไทยในยุคปัจจุบันจึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านเทคโนโลยี และการแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง (Siphai & Sinlarat, 2019) ดังที่เห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 ที่กล่าวถึงวิสัยทัศน์ของการพัฒนาประเทศไทยไว้ว่า การพัฒนานวัตกรรมและการนำมาใช้ขับเคลื่อนการพัฒนาในทุกมิติเพื่อพัฒนาประเทศได้นั้นจะมุ่งเน้นการคิดสร้างสรรค์และการพัฒนานวัตกรรม เพื่อสร้างให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ รวมถึงยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Office of the National Economic and Social Development Board, 2017)

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันผู้เรียนยังขาดการคิดสร้างสรรค์และการแสวงหาความรู้เนื่องจากในการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ ผู้สอนยังทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เพียงฝ่ายเดียว อาจส่งผลทำให้ผู้เรียนขาดการคิดและจะไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ หรือการคิดนอกเหนือจากสิ่งที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และการที่มีผู้สอนคอยบอกเนื้อหาความรู้ที่อยู่ตลอดทำให้ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้ผู้เรียนขาดทักษะการแสวงหาความรู้ และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์มีข้อค้นพบที่น่าสนใจ คือ ผลของการวัดความคิดสร้างสรรค์ของบัณฑิตในระดับอุดมศึกษาที่มีอัตลักษณ์เชิงสร้างสรรค์ เช่น คณะศิลปกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยในประเทศไทยพบว่า ระดับความคิดสร้างสรรค์ของบัณฑิตส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (Dealers, 2014) และจากการจัดอันดับดัชนีความคิดสร้างสรรค์โลก (The Global Creativity Index 2015) ผลปรากฏว่าประเทศไทยอยู่อันดับที่ 82 ที่ค่าดัชนี 0.365 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง (Florida, Mellander, & King, 2015)

แสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร จึงจำเป็นต้องเร่งรีบหาวิธีจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงจำเป็นต้องปรับวิธีจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหา โดยอาศัยพื้นฐานจากหลักการคิดสร้างสรรค์ (Guilford, 1967) มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่แตกต่างกันในปริมาณมากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด 1 นาที 2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการคิดที่หลากหลายทาง สามารถดัดแปลงหรือสามารถคิดหาสิ่งใหม่ทดแทนสิ่งเก่า 3) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนอื่นและแตกต่างจากความคิดธรรมดา 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดที่นำมาตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการแสวงหาความรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี คือการจัดการเรียนรู้ด้วยหลักการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวเอง ผ่านการคิดและประสบการณ์เพื่อปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เกิดความสมดุลและจึงเกิดเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Chaijaroen, 2014) ออกมาในรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ได้ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม การคิดละเอียดลออ รวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (Samat, 2009; Eargarna & Suwannoi, 2010; Sinlan, Chaijaroen, & Samat, 2015; Seeya & Chaijaroen, 2015; Kwangmuang 2018)

ดังนั้น วิธีการสอนที่จะมีส่วนช่วยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตัวเอง โดยมีผู้สอนที่ทำหน้าที่เป็นโค้ชคอยแนะนำแหล่งการเรียนรู้และวิธีการสร้างความรู้ โดย Piaget (1965) เชื่อว่า การที่ผู้เรียนจะสร้างความรู้จำเป็นจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) ผ่านทางภารกิจและสถานการณ์ปัญหา เมื่อผู้รู้เกิดความสงสัยแล้วจะนำไปสู่การแสวงหาความรู้ เมื่อได้ความรู้มาแล้ว ถ้าหากข้อมูลที่ได้มาไม่มีความสอดคล้องกับความรู้เดิมของผู้เรียน ผู้เรียนจะทำการดูดซึม (Assimilation) ความรู้นั้น แต่ถ้าความรู้ใหม่นี้มีความแตกต่างจากความรู้เดิม ผู้เรียนก็จำเป็นต้องปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ให้เกิดความสมดุลทางปัญญา (Equilibrium) แล้ว

จึงเกิดเป็นการสร้างความรู้ใหม่ขึ้น (Chaijaroen, 2014) และเมื่อผสานเข้ากับคุณสมบัติของสื่อบนเครือข่ายที่เป็นไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia-base) มาสร้างเป็นระบบการเรียนรู้ที่มีคุณค่า ทั้งทางด้าน อบรม ส่งเสริม และสนับสนุนการเรียนรู้ และเป็นการจัดการศึกษาในรูปแบบการ นำเสนอข้อมูลแบบ Hypertext ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรและ ศักยภาพของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารถึงได้ระหว่างอาจารย์และนักเรียนหรือระหว่างนักเรียนด้วยกัน (Chaijaroen, 2014) รวมถึงยังสามารถผสานเข้ากับเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย คือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีภาพเสมือนที่เป็นภาพวิดีโอ หรือโมเดล 3 มิติ จำลองเข้ามาสู่โลกแห่งความจริงผ่านกล้องและประมวลผลมาซ้อนกับความเป็นจริงโดยแสดงผลผ่านหน้าจอสมาร์ตโฟน โดยเทคโนโลยี AR โดยการผสมผสานระหว่างสื่อสิ่งพิมพ์กับ AR ก่อเกิดเป็น AR book หรือสมุดภารกิจที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนสามารถทำภารกิจการเรียนรู้ และสร้างความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาการออกแบบกราฟิก คอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ โดยเนื้อหาวิชาวิชาการออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์เป็นวิชาที่มีการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติ (Action learning) ที่ต้องใช้ความสามารถในการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนแพทย์ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ วิดีทัศน์ ภาพประกอบ เป็นต้น ซึ่งทักษะการคิดที่เป็นส่วนสำคัญในการออกแบบและพัฒนาสื่อให้มีความน่าสนใจและแปลกใหม่ จำเป็นต้องอาศัยการคิดสร้างสรรค์ โดยบริบทของผู้เรียนที่เรียนสาขาวิชานี้ส่วนใหญ่จะสำเร็จการศึกษาจากชั้นมัธยมศึกษาสายวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่ได้ฝึกฝนด้านการออกแบบสื่อการเรียน และวิชาที่เรียนยังไม่ได้ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์เท่าที่ควร ทำให้เมื่อเริ่มเรียนอาจก่อให้เกิดปัญหาในการเรียนวิชาการออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ เช่น ไม่สามารถคิดหรือออกแบบสื่อการเรียน รวมถึงอาจไม่สามารถคิดสร้างสรรค์สื่อที่มีความแปลกใหม่ และอาจจะทำให้การเรียนในสาขาเทคโนโลยีการศึกษาแพทย์เป็นเรื่องยาก เนื่องจากวิชาส่วนใหญ่ของสาขาวิชาเป็นวิชาที่จำเป็นต้องใช้การคิดสร้างสรรค์ โดยสาขาเทคโนโลยีการศึกษาแพทย์มีการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการปฏิบัติเพื่อสร้างสรรค์สื่อ หรือนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนของสายการเรียนวิทยาศาสตร์สุขภาพ ดังนั้น การส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีการศึกษาแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาการออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานสำหรับการเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญในการออกแบบและพัฒนาสื่อสื่อสื่อทางการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมบนเครือข่ายตามแนว

คอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ อันนำไปสู่การพัฒนาการคิดสร้างสรรค์

### วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives)

เพื่อออกแบบและพัฒนาสื่อสื่อสื่อทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

### วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาสื่อสื่อสื่อทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ว่า

รูปแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ การวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research, Type 1) ประยุกต์จาก Richey, Klein, and Nelson (2004) ประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ 1) กระบวนการออกแบบ 2) กระบวนการพัฒนา และ 3) กระบวนการประเมิน

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กระบวนการออกแบบ (Design process) เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อสื่อสื่อทางการเรียนรู้ จำนวน 2 คน

2. กระบวนการพัฒนา (Development process) คือผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินประสิทธิภาพของสื่อสื่อสื่อทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ จำนวน 3 คน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ

3. กระบวนการประเมิน (Evaluation process) ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีการศึกษา แพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 30 คน ที่เรียนในรายวิชาการออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

### เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) เครื่องมือในการทดลอง คือ สื่อสื่อสื่อทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งออกแบบและพัฒนาโดยอาศัยหลักการและทฤษฎีตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และหลักการคิดสร้างสรรค์ผสมผสานเข้ากับเทคโนโลยีบนเครือข่ายและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ผ่านการประเมินคุณภาพของสื่อสื่อสื่อทางการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านเนื้อหา (2) ด้านสื่อ (3) ด้านการ

ออกแบบ 2) แบบบันทึกการตรวจสอบเอกสาร 3) แบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี 4) แบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมฯ 5) แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินกรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมแบ่งออกเป็น 3 ส่วนประกอบด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบ

### การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ดังต่อไปนี้

#### 1. กระบวนการออกแบบ (Design process)

1.1 ทบทวนวรรณกรรม (Literature review) ศึกษาหลักการทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯ ได้แก่ ทฤษฎีทางพุทธิปัญญาและทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ รวมถึงคุณลักษณะและระบบสัญลักษณ์ของสื่อบนเครือข่ายเพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

1.2 สังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี จากการศึกษาทบทวนหลักการที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย 5 พื้นฐาน ดังนี้ 1) พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ 2) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน 3) พื้นฐานด้านบริบท 4) พื้นฐานด้านสื่อและเทคโนโลยี และ 5) พื้นฐานด้านการคิดสร้างสรรค์

1.3 ศึกษาสภาพบริบท (Contextual study) เกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในวิชาการออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ ประกอบไปด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยสำรวจสภาพบริบทและสัมพันธเชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนทั้งผู้เรียนและอาจารย์ผู้สอนและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

1.4 สังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ (Designing framework) โดยอาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี และศึกษาจากสภาพบริบท และทำการบันทึกในแบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบฯ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปตีความเชิงวิเคราะห์

1.5 นำกรอบแนวคิดการออกแบบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างหลักการทฤษฎีกับกรอบแนวคิดการออกแบบ และทำการปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำกรอบแนวคิดการออกแบบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างหลักการทฤษฎีและกรอบแนวคิดการออกแบบ และนำข้อเสนอแนะกลับมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 ดำเนินการออกแบบองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในทุกองค์ประกอบ

#### 2. กระบวนการพัฒนา (Development process)

2.1 สร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ โดยอาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดการออกแบบ (Designing framework) โดยโปรแกรมสำหรับสร้างสื่อการเรียนรู้

2.2 นำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อประเมินความสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.3 นำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ (Expert review) ด้านต่างๆ ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านสื่อ 3) ด้านการออกแบบ โดยใช้แบบตรวจสอบและประเมินความถูกต้องสำหรับผู้เชี่ยวชาญและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปตีความและนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 ศึกษาบริบทการใช้โดยทดลองใช้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง และศึกษาจำนวนของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯ และแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับบริบทการใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปตีความและการบรรยายเชิงวิเคราะห์

#### 3. กระบวนการประเมิน (Evaluation process)

ผู้วิจัยได้นำสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญในระยะที่ 1 และได้ทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเพื่อศึกษาบริบทการใช้ในระยะที่ 2 หลังจากนั้นได้นำมาใช้กับกลุ่มเป้าหมาย และทำการศึกษากระบวนการทางปัญญาของผู้เรียน ได้แก่ 1) การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนาที่ได้จากแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ และใช้การวิเคราะห์โปรโตคอลจากการสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์และสรุปตีความโดยอาศัยพื้นฐานที่ประยุกต์จากหลักการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford (1967) 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ 3) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปตีความ

และบรรยายเชิงวิเคราะห์

**ผลการวิจัย (Results)**

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายเทคโนโลยีเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยพื้นฐานจากการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ 7 องค์ประกอบ คือ 1) สถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) เครื่องมือทางปัญญา 4) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 5) การร่วมมือกันแก้ปัญหา 6) ฐานการช่วยเหลือ 7) การโค้ช ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบในกระบวนการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ที่อาศัยแนวคิดพื้นฐานที่ได้จากการออกแบบกรอบแนวคิดการออกแบบ (Designing framework) ซึ่งประกอบด้วย 1) การกระตุ้นให้ผู้เรียนเสียสมดุลทางปัญญา โดยแปลงหลักการทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติ และออกแบบเป็นสถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้ 2) การสนับสนุนให้ผู้เรียนปรับเข้าสู่สภาวะสมดุลทางปัญญา เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่รวบรวมข้อมูลให้ผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหาที่เผชิญในสถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้ 3) การสนับสนุนการสร้างความรู้และการคิดสร้างสรรค์ ผ่านเครื่องมือทางปัญญา และศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 4) สนับสนุนการช่วยเหลือและสนับสนุนการสร้างความรู้จากการร่วมมือกันแก้ปัญหา ฐานการช่วยเหลือและการโค้ช

2. ออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 7 องค์ประกอบดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 สถานการณ์ปัญหา (Problem base) สถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้ที่ออกแบบโดยอาศัยหลักการทฤษฎี Cognitive constructivist ที่มาจากพื้นฐานแนวคิดของ Piaget โดยเริ่มจากการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเสียสมดุลทางปัญญาด้วยสถานการณ์ปัญหาตามสภาพบริบทจริงของผู้เรียน (Authentic) เมื่อผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่จะเป็นผู้คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสมดุลทางปัญญา เกิดเป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และผนวกกับการออกแบบโดยการนำหลักการคิดสร้างสรรค์ (Guilford, 1967) ซึ่งประกอบด้วย 1) การคิดคล่องแคล่ว (Fluency) 2) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) 3) การคิดริเริ่ม (Originality) และ 4) การคิดละเอียดลออ (Elaboration) โดยแปลงหลักการทฤษฎีดังกล่าวข้างต้นลงสู่การปฏิบัติโดยออกแบบเป็นสถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 5 เรื่อง ได้แก่ 1) หลักการออกแบบงานกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ 2) เครื่องมือและวิธีการใช้ในการสร้างงานกราฟิกคอมพิวเตอร์

ด้วยโปรแกรม Photoshop 3) กระบวนการออกแบบและสร้างงานกราฟิกคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Photoshop 4) การประเมินชิ้นงาน ซึ่งให้ผู้เรียนได้เข้าไปแก้สถานการณ์ปัญหา ดังแสดงใน Figure 1, 2 และ 3



Figure 1 Main menu of Web-Based Learning



Figure 2 Problem base center

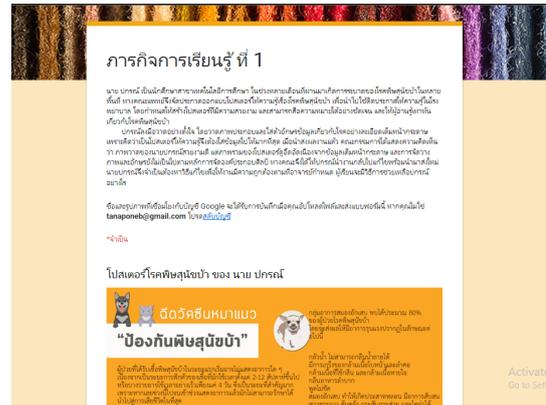


Figure 3 Mission and task center

2.2 แหล่งการเรียนรู้ เป็นแหล่งที่รวบรวมข้อมูลเนื้อหาสารสนเทศที่ผู้เรียนจะใช้ในการแสวงหา คำตอบ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญ ในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ผู้วิจัยใช้ชื่อว่า “แหล่งเรียนรู้” ที่สรุปสาระสำคัญของเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาได้อย่างรวดเร็ว ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนปรับเข้าสู่สภาวะสมดุลทางปัญญา โดยอาศัยหลักการทฤษฎีที่ประกอบด้วย 1) Information processing ที่ช่วยในการประมวลสารสนเทศของผู้เรียน

Sensory register มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ โดยเน้นสี่ ข้อความและการเน้นคำ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ Short term memory โดยการออกแบบให้ผู้เรียนมีการท่องซ้ำ (Rehearsal) และแบ่งกลุ่ม (Chunking) และจึงเข้าสู่ Long term memory โดยแปลงหลักการทฤษฎีดังกล่าวข้างต้นลงสู่ การปฏิบัติโดยออกแบบเป็น แหล่งการเรียนรู้ และได้ผสมเข้ากับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่งจะออกแบบเป็นรูปแบบของ AR book หรือสมุดภารกิจการเรียนรู้ โดยภายใน AR book จะมี ทั้งสถานการณ์ปัญหา ภารกิจการเรียนรู้ รวมถึงแหล่งการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสามารถกำกับการเรียนรู้ ได้ด้วยตัวเองได้ทุกที่ทุกเวลาดังแสดงใน Figure 4 และ 5

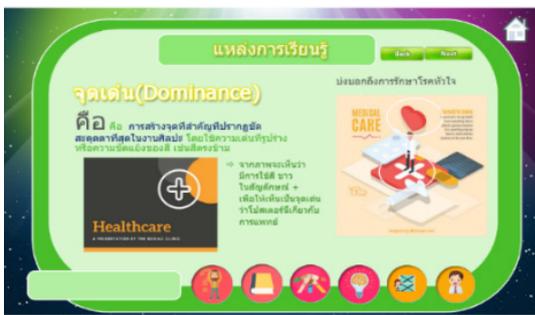


Figure 4 Information center

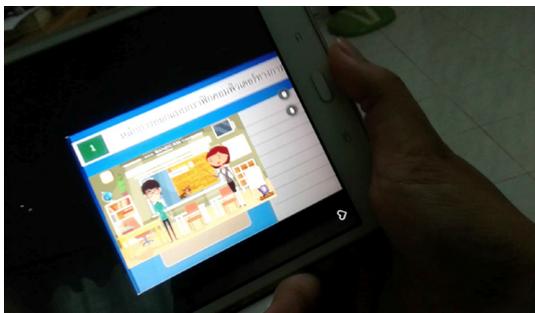


Figure 5 Augmented Reality and Problem base

2.3 เครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tool) ออกแบบ และพัฒนาให้เป็นสื่อกลางที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความใส่ใจ และ ลงมือกระทำกับแหล่งเรียนรู้ ในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ได้ออกแบบเครื่องมืออาศัย หลักการของ Open Learning Environments (OLEs) ที่ได้รับการ ออกแบบและพัฒนาโดย Hannafin, Land, and Oliver (1999) โดยแปลงหลักการทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติและการออกแบบเป็น เครื่องมือทางปัญญาที่เป็นเครื่องมือที่สนับสนุนกระบวนการ รู้คิด การสร้างความรู้ และการเสาะแสวงหาความรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่เก็บรวบรวมข้อมูลออกแบบโดย อาศัยหลักของ OLEs เครื่องมือกระบวนการ (Processing tool) ประกอบด้วย (1) การค้นหา (Seeking) (2) การจัดหมวดหมู่ (Organization) (3) การเก็บรวบรวม (Collecting) (4) การ

บูรณาการ (Integrating) (5) การสร้าง (Generation) ซึ่งเป็น เครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการเสาะแสวงหาสารสนเทศที่ เกี่ยวข้อง

2.4 ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เป็นศูนย์สำหรับ ฝึกการคิดสร้างสรรค์ จากกรอบการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford (1967) ซึ่งประกอบด้วย 1) การคิดคล่องแคล่ว (Fluency) สามารถคิดหาคำตอบได้ในเวลาอันจำกัด 1 นาที 2) การคิด ยืดหยุ่น (Flexibility) สามารถคิดหาสิ่งทดแทนในกรณีที่เกิดข้อ หรือโปรแกรมอื่นๆ ไม่สามารถใช้งานได้ 3) การคิดริเริ่ม (Originality) คือ การที่คิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบใครและสามารถนำมา ใช้งานได้จริง 4) การคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการคิด ในการเพิ่มเติมรายละเอียดอย่างมีขั้นตอนเพื่อให้สิ่งนั้นๆ สามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้น โดยแปลงหลักการทฤษฎีลงสู่การ ปฏิบัติ และออกแบบเป็นศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ดังแสดงใน Figure 6



Figure 6 Game based learning center

2.5 การร่วมมือกันแก้ปัญหา ออกแบบโดยอาศัย หลักการ Social constructivism ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม รวมถึงสร้างความรู้ผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ Collaboration ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านปัญญา ในการออกแบบการ ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และช่วยปรับสมดุลทางปัญญาของผู้เรียน ผู้วิจัยได้นำหลักการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ และได้ นำหลักการของกลุ่มแนวคิด Social constructivism มาใช้ ออกแบบเป็นศูนย์การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaboration) ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเกิดการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียน กับผู้เชี่ยวชาญ ช่วยขยายขอบเขตความคิดที่หลากหลายนำไป สู่แนวทางในการแก้ปัญหาและสร้างความรู้ โดยแปลงหลักการ ทฤษฎีข้างต้นลงสู่การปฏิบัติ โดยออกแบบเป็นศูนย์แลกเปลี่ยน เรียนรู้ในลักษณะกลุ่ม Facebook

2.6 ฐานการช่วยเหลือ เป็นฐานสำหรับแนะนำแนวทาง ในการแก้ปัญหา ออกแบบอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัค- ตีวิสต์เชิงสังคม Vygotsky (1978) โดยใช้ในการช่วยเหลือแก่

ผู้เรียนที่อยู่ต่ำกว่า Zone of proximal development และไม่สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จัดไว้สำหรับผู้ที่ต้องการคำแนะนำชี้แนะหรือหาแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ได้ โดยแปลงหลักการทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติ โดยออกแบบเป็นฐานความช่วยเหลือที่ช่วยแนะแนวทาง ตลอดจนช่วยแนะนำกลยุทธ์ต่างๆ ในการแก้ปัญหา หรือปฏิบัติการกิจกรรมเรียนรู้ และช่วยส่งเสริมและสนับสนุนผู้เรียนในด้านการคิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ 1) ฐานการช่วยเหลือการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual scaffolding) 2) ฐานการช่วยเหลือเกี่ยวกับการคิด (Metacognitive scaffolding) 3) ฐานการช่วยเหลือด้านกลยุทธ์ (Strategic scaffolding) และ 4) ฐานการช่วยเหลือด้านกระบวนการ (Procedural scaffolding) ดังแสดงใน Figure 7



Figure 7 Cognitive apprenticeship center

2.7 การโค้ช ที่มีพื้นฐานมาจาก Cognitive apprenticeship ของ Brown and Collins (1989) เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนระดับเริ่มต้นมีความเชี่ยวชาญในวิชานั้นๆ ถึงแม้เนื้อหาของวิชาจะมีความซับซ้อน (Complex domain) และการฝึกงานทางปัญญาในขณะที่ทำงานจะช่วยพัฒนาความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ซึ่งโค้ช (Coach) จะคอยสังเกตผู้เรียนในขณะที่ผู้เรียนกำลังพยายามปฏิบัติการกิจ โค้ชจะช่วยบอกใบ้ (Hint) และเข้าไปช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการลักษณะของโค้ชที่มีประสิทธิภาพ จะต้องคอยติดตามการปฏิบัติการกิจของผู้เรียนเพื่อคอยป้องกันความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน รวมทั้งให้เวลาผู้เรียนในการสำรวจและแก้ปัญหาในชั้นเรียน ดังแสดงใน Figure 8



Figure 8 Expert center

3. การประเมิน (Evaluation process) การประเมินประสิทธิภาพและพัฒนาสิ่งแวดลอมทางการเรียนรู้นับเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ ตามแนวของ Chaijaroen (2014) ประกอบด้วย 1) การประเมินด้านผลผลิต 2) การประเมินด้านบริบทการใช้ 3) การประเมินด้านความคิดเห็นของผู้เรียน 4) การประเมินด้านความสามารถทางสติปัญญา และ 5) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การประเมินด้านผลผลิต เป็นการตรวจสอบคุณภาพของการออกแบบสิ่งแวดลอมทางการเรียนรู้ฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินทั้ง 3 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านสื่อ 3) ด้านการออกแบบ รวมถึงการออกแบบในแต่ละองค์ประกอบของสิ่งแวดลอมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ มีความสอดคล้องกับหลักการทฤษฎีที่นำมาเป็นพื้นฐานที่ระบบข้างต้นอย่างชัดเจน

3.2 การประเมินบริบทการใช้ จากผลการศึกษาพบว่าจำนวนผู้เรียนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด คือ 3 คนต่อกลุ่ม โดยมีเหตุผลดังนี้ 1) จำนวนผู้เรียน 4 คนต่อกลุ่มมีจำนวนมากเกินไปทำให้การพูดคุยปรึกษากันภายในกลุ่มใช้เวลานาน รวมถึงการจัดห้องเรียนที่เป็นห้องคอมพิวเตอร์ที่มีโต๊ะแนวยาวเรียงหน้ากระดานแถวละ 6 เครื่อง หากแบ่งเป็นกลุ่มละ 4 คน อาจส่งผลกระทบต่อความร่วมมือของสมาชิกแต่ละคน 2) จำนวนผู้เรียนกลุ่มละ 5 คน พบว่า ผู้เรียนมีจำนวนที่มากเกินไปทำให้เกิดปัญหาด้านการสื่อสาร และอาจส่งผลกระทบต่อความร่วมมือของผู้เรียน

3.3 การประเมินด้านความคิดเห็นของผู้เรียน เป็นการศึกษานวนคิดของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งแวดลอมทางการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ ที่ได้จากแบบสำรวจความคิดเห็น รวมถึงได้จากการสัมภาษณ์ผู้เรียน ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่า เนื้อหามีความน่าสนใจ มีความทันสมัยทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบันและเอื้อต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้หรือการสร้างความรู้ของผู้เรียน ภาษาที่ใช้สามารถสื่อความหมายเข้าใจง่าย และส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดี 2) ด้านสื่อ ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่า มีการออกแบบเครื่องนำทางที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้สะดวก หน้าจอสิ่งแวดลอมทางการเรียนรู้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน สัญลักษณ์ (Icon) เมนูต่างๆ สื่อความหมายได้ชัดเจน มีการเชื่อมโยง (Link) ไปยังแหล่งข้อมูลต่างๆ ช่วยให้สามารถเข้าถึงสารสนเทศได้สะดวก มีการเชื่อมต่อกับกลุ่ม Facebook สามารถสนทนา (Post) ผ่านเครือข่าย มีการออกแบบองค์ประกอบของสิ่งแวดลอมทางการเรียนรู้ได้สวยงาม สะดุดตา ภาพและขนาดของอักษรมีความสอดคล้องกัน และส่งเสริมการเรียนรู้ สามารถเชื่อมต่อ

กับโปรแกรม AR ได้อย่างสะดวกรวดเร็วและแสดงข้อมูลอย่างครบถ้วน สามารถนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เป็นวีดิทัศน์พร้อมเสียงประกอบได้อย่างน่าสนใจ 3) ด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ พบว่า ทุกองค์ประกอบในสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ มีความสอดคล้องและมีความเหมาะสม สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

3.4 การประเมินด้านความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ โดยการวัดการคิดสร้างสรรค์ที่แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้เรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 29.00 คิดเป็นร้อยละ 73.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 5.22 จำนวนผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 83.33 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ของผู้เรียนผ่านเกณฑ์ 70 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็ม รวมถึงการวิเคราะห์โปรโตคอลจากการสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์ คิดเป็นร้อยละ 77.00 ซึ่งมีค่าคะแนนผ่านตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3.5 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ ที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ( $\bar{X}$ ) มีค่าเท่ากับ 16.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าเท่ากับ 3.77 ผู้เรียนที่มีผลคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 76.66 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ของผู้เรียนผ่านเกณฑ์ 70 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็ม

## สรุปและอภิปรายผล (Conclusions and Discussions)

จากผลการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ พบว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) เครื่องมือทางปัญญา 4) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 5) ศูนย์การเรียนรู้แบบร่วมมือ 6) ฐานการช่วยเหลือ 7) การโค้ช ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kwangmuang (2018); Seeya and Chaijaroen (2015); Sinlan, Chaijaroen, and Samat (2015); Eargarnna and Suwannoi (2010); Samat and Chaijaroen (2009) และได้นำหลักการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการสร้างความรู้ของผู้เรียน จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นมีความแตกต่างกับงานวิจัยที่ผ่านมาโดยงาน

วิจัยนี้ได้มีการมุ่งเน้นเนื้อหาบทเรียนวิชา การออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ และได้นำหลักการคิดสร้างสรรค์มาผนวกรวมเข้ากับเนื้อหาวิชา รวมผสานเข้ากับเทคโนโลยี AR ที่มีส่วนช่วยในการจัดการเรียนรู้ภายในห้องเรียนได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ในกรณีที่จำนวนคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากสมุดภารกิจที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแสดงผลผ่านทางหน้าจอสมาร์ตโฟนที่แสดงภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว พร้อมเสียงประกอบ รวมถึงขยายขอบเขตการเรียนรู้จากภายในห้องเรียนให้สามารถเรียนรู้สถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา นอกจากนี้ ยังพบว่า 1) การประเมินกรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ (Expert reviewer) พบว่า มีความตรงรวมถึงมีความสอดคล้องกับหลักการทฤษฎีที่นำไปใช้การออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ 2) การประเมินทางด้านการออกแบบมีความเหมาะสมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านเนื้อหา (2) ด้านสื่อ (3) ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ 3) การประเมินด้านบริบทการใช้งาน พบว่า กลุ่มที่มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ คือ 3 คนต่อกลุ่ม เนื่องจากมีจำนวนที่พอเหมาะไม่แออัดจนเกินไปโดยทั้ง 3 สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสามารถใช้เครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างสะดวก 4) การประเมินด้านความคิดเห็นของผู้เรียนมีความเหมาะสมทั้ง 3 ด้าน คือ (1) ด้านเนื้อหา (2) ด้านสื่อ (3) ด้านการออกแบบ 5) การประเมินด้านสติปัญญาของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 4 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ จากการวิเคราะห์โปรโตคอลและจากแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 83.33 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ของผู้เรียนผ่านเกณฑ์ 70 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็มที่ผู้วิจัยกำหนด

ผลการศึกษาที่ปรากฏดังกล่าวข้างต้น อาจเนื่องมาจากการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบกราฟิกคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ฯ ที่อาศัยทฤษฎีเป็นฐาน (ID Theory) ที่เป็นพื้นฐานในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในทุกองค์ประกอบ โดยได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหา (Problem base) ที่มีความซับซ้อนและมาจากบริบทจริงของผู้เรียน (Authentic) รวมถึงได้นำหลักการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford (1967) ที่มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ไม่เหมือนกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนดในเวลา 1 นาที

ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) เป็นความสามารถในการคิดที่หลากหลายทาง สามารถดัดแปลงหรือสามารถหาสิ่งใหม่ทดแทนสิ่งเก่าได้ ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่นและแตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น มาเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบ

โดยสามารถแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีที่นำมาเป็นพื้นฐาน และสามารถส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนพบว่า การออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้มีความน่าสนใจและสามารถส่งเสริมการสร้างความรู้และการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kwangmuang (2018); Papattha and Jeerungsuwan (2014); Seeya and Chaijaroen (2015); Sinlan, Chaijaroen, and Samat (2015); Eargamna, and Suwannoi (2010); Samat (2009); Samat and Chaijaroen (2009) ที่มีการประเมินโดยอาศัยพื้นฐานการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) ประกอบด้วย 5 มิติ ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ สามารถยืนยันได้ว่าสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ฯ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ที่เริ่มจากการประเมินด้านผลผลิตซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ คือผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านสื่อ ด้านการออกแบบ และด้านการวัดประเมินผล จากนั้นผู้วิจัยได้ประเมินบริบทจากการเรียนของผู้เรียนโดยการหาจำนวนกลุ่มผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นได้ประเมินความคิดเห็นของผู้เรียน นอกจากนี้ ยังมีการประเมินด้านความสามารถทางสติปัญญา ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์ รวมถึงการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการพัฒนาที่มุ่งเน้นการตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน อาจส่งผลให้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้สามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านการสร้างความรู้ การเสาะแสวงหาความรู้ รวมถึงส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์จนสามารถนำไปสู่การพัฒนาสังคมและประเทศชาติต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกลุ่มวิจัยนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางปัญญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## เอกสารอ้างอิง (References)

- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Chaijaroen, S. (2014). *Kān'ōkbāp kānsōn: Lakkān thritsādī sū kān patibat* [Instructional design: principles and theories to practices]. Khon Kaen: Annaoffset.
- Deelers, S. (2014). Creative thinking development process in the creative higher education institute. *Veridian E-Journal, Slipakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)*, 8(2), 1341-1360.
- Eargamna, K., & Suwannoi, P. (2010) The development of constructivism learning environment model to promote creative thinking. *Journal of Education Khon Kaen University*, 34(1-2), 114-123.
- Florida, R., Mellander, C., & King, K. (2015). *The global creativity index 2015*. Retrieved from <http://martinprosperity.org/content/the-global-creativity-index-2015>
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human Intelligence*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Hannafin, M. J., Land, S., & Oliver, K. (1999). Open learning environments: Foundations, methods, and models. In Charles M.Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 115-1140). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kwangmuang, P. (2018). The result of learner's critical thinking development used with constructivist learning innovation to enhance knowledge construction and critical thinking for undergraduate student. *Panyapiwat Journal*, 10(1), 175-184.
- Office of the National Economic and Social Development Board. (2017). *The national economic and social development plan the twelfth plan (2017-2021)*. Retrieved from [https://www.nesdc.go.th/ewt\\_news.php?nid=6420&filename=develop\\_issue](https://www.nesdc.go.th/ewt_news.php?nid=6420&filename=develop_issue)
- Papattha, C., & Jeerungsuwan, N. (2014). Model of learning environment for creative education on social network to develop creative thinking. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 5(1), 25-34
- Piaget, J. (1965). *Moral development and moral Education*. Retrieved from <http://www.tigger.vic.deul~lnucci/MoralEd/overview.html>
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. A. (2004). Developmental research: Studies of Instructional design and development. *Handbook of research for Educational communications and technology*, 2, 1099-1130.
- Samat, C. (2009). Design of scaffolding for promote creative thinking. *Journal of Education Khon Kaen University*, 33(4), 1-9.
- Samat, C., & Chaijaroen, S. (2009). Design and development of constructivist Web-Based Learning Environment Model to enhance creative thinking for higher education students. *The 2009 Academic Conference on Education* (pp. 24-25). Khon Kaen: Education Technology, Khon Kaen University.
- Seeya, J. & Chaijaroen, S. (2015). The study of creativity and achievement of students learners who learn from Web-Based Open Learning Environments (WOLEs) to enhance creative thinking high school students. *The 6th Hatyai National Conference* (pp. 628-638). Hatyai, Thailand: Hatyai University.
- Sinlan, S., Chaijaroen, S., & Samat, C. (2015). the effect of constructivist web-based learning environment to enhance creative thinking for Mathayomsuksa 3. *Journal of Education Graduate Studies Research*, 9(4), 220-227.
- Siphai, S. & Sinlarat, P. (2019). Thailand's educational transformation towards Education 4.0. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, 24(2), 13-27.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard university press.