



## การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบผังกราฟิก สำหรับนักศึกษาสาขาเวชนิทัศน์

ปิยนัส สุดี

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### Design and Development of a Constructivist Web-Based Learning Environment to Enhance Creative Thinking on the Topic of Graphic Organizer Design for Medical Illustration Students

Piyanat Sudee

Bachelor of Science Program in Medical Illustration, Faculty of Medicine,  
Khon Kaen University

Received: 16 May 2023 / Review: 18 May 2023 / Revised: 10 October 2023 / Accepted:  
17 October 2023

#### บทคัดย่อ

**หลักการและวัตถุประสงค์:** การพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่มุ่งผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความสามารถในการผลิตสื่อทางการแพทย์และส่งเสริมทักษะที่จำเป็นของนักเวชนิทัศน์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

**วิธีการศึกษา:** ใช้รูปแบบการวิจัยก่อนการทดลอง แบบศึกษากลุ่มเดียววัดผลหลังจากการทดลองครั้งเดียวกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ แบบสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ผลประเมินสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ความคิดเห็นของผู้เรียน ซึ่งได้จากการวิเคราะห์สรุปข้อความ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์โปรโตคอลและการบรรยายเชิงวิเคราะห์

**ผลการศึกษา:** พบว่า 1) การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ผลการประเมินประสิทธิภาพมีคุณภาพเหมาะสมทั้ง 5 ด้าน 2) ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 29 ราย (ร้อยละ 96.67) มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $17.07 \pm 1.78$  และผลการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่ได้จากการสัมภาษณ์ พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย การคิดคล่องแคล่ว การคิดริเริ่ม การคิดยืดหยุ่น และการคิดละเอียดลออ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 28 ราย (ร้อยละ 93.33) ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $16.43 \pm 1.81$  และ 4) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายมีความสอดคล้องเหมาะสมทั้ง 3 ด้าน

**สรุป:** สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งยังสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านการสร้างความรู้ การแสวงหาความรู้ และส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียน และการทำงานต่อไปในอนาคตได้

**คำสำคัญ:** สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย, คอนสตรัคติวิสต์, การคิดสร้างสรรค์, ผังกราฟิก

\*Corresponding author: Piyanat Sudee, E-mail: Psudee@kku.ac.th

## Abstract

**Background and Objective:** The curriculum development and learning management of the bachelor of science program in medical illustration faculty of Medicine Khon Kaen university, propose to produce graduates who have the knowledge and ability to produce medical media and enhance the necessary skills of medical illustration. Therefore, the purpose of this research was to design and development of a constructivist web-based learning environment to enhance creative thinking.

**Methods:** The research design was pre-experimental design (One-Group Posttest-Only Design). The target group for this research was 30 participants from 2nd year of medical illustration students, faculty of Medicine, Khon Kaen university in semester 2 of the academic year 2022. The instrument in this research was a constructivist web-based learning environment, assessment form for experts, creative thinking assessment form, creative thinking interview form, learning outcome examination, and opinion survey form. Quantitative data analysis: creative thinking, learning outcome with basic statistics including percentage, mean, and standard deviation. Qualitative data analysis: assessments for experts, opinions of students' analytical interpretation, and creative thinking analyzed by protocol analysis and analytical narrative.

**Results:** 1) The result in the design and development of a constructivist web-based learning environment has the efficiency in all 5 aspects. 2) The result of the student's creative thinking has been found that 29 (96.67%) students have passed the predefined criteria at 70 percent, an average score was  $17.07 \pm 1.78$ . and student's creative thinking from the interview has been found that students have creative thinking which consists of fluency, flexibility, originality, and elaboration. 3) The learning outcome of students has been found that 28 (93.33%) students have passed the predefined criteria at 70 percent, an average score was  $16.43 \pm 1.81$ . and 4). The opinions of students were suitable in all 3 aspects.

**Conclusions:** The design and development of a constructivist web-based learning environment had quality, can be used in learning management suitable, as well as being able to develop students in creating and seeking knowledge and enhance students to have creative thinking abilities, and can be applied in the study and continue to work in the future.

**Keywords:** web-based learning environment, constructivist, creative thinking, graphic organizer

## บทนำ

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ ในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 การพัฒนาอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทำให้โลกก้าวเข้าสู่ยุคอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (internet of things) ทำให้ประชากรสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและแหล่งเรียนรู้ที่ไร้ขีดจำกัด สามารถพัฒนาองค์ความรู้ และสร้างปัญญาที่เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ การจัดการศึกษาของไทย จำเป็นต้องปรับหลักสูตรและวิธีการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่น หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน<sup>1</sup> จากปัจจัยที่กล่าวมา กระบวนการจัดการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนไป จากวิธีการที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนโดยการท่องจำ ไม่เอื้อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการแสวงหาความรู้ และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผู้สอนจึงต้องเปลี่ยนบทบาทมาเป็นผู้อำนวยการความสะดวกหรือเป็นโค้ช (coaching) รวมไปถึงการจัดบรรยากาศ แหล่งการเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ ในการพัฒนารายวิชาและการเรียนการสอนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นหลักสูตรที่มุ่งให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ (learning skill) ทักษะทางด้านดิจิทัล (digital skill) และทักษะทางด้านความคิดสร้างสรรค์ (creativity skill) ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองในการคิดได้หลายทิศทาง หลายแง่มุม หรือคิดกว้างไกลซึ่งเป็นความคิดแบบอนเคนย (divergent thinking)<sup>2</sup> ที่ทำให้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ สามารถค้นคว้าและสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ และยังสามารถผลิตสื่อทางการแพทย์ได้อย่างสร้างสรรค์อีกด้วย จากความสำคัญที่กล่าวมาจึงต้องมีการประยุกต์ใช้ทั้งหลักการและทฤษฎีทางการศึกษามาออกแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาทักษะทางสติปัญญาของผู้เรียน จึงได้นำเอาทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist theory) มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเครือข่าย (web-based learning) โดยคุณลักษณะของบทเรียนบนเครือข่ายมีความสอดคล้องและสนับสนุนการสร้างความรู้ของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้เป็นกลุ่มหรือเรียนด้วยตนเอง ทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในทุกสถานที่ทุกเวลา นอกจากนี้แล้วผู้เรียนสามารถที่จะติดต่อสื่อสารและสนทนาผ่านเครือข่ายกับผู้อื่นได้ ทั้งที่เป็นการติดต่อสื่อสารแบบประสานเวลา (synchronous) และไม่ประสานเวลา (asynchronous) โดยออกแบบในลักษณะสิ่งแวดล้อมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสร้างการเรียนรู้ ซึ่งประสานกันระหว่าง “สื่อ” (media) กับ “วิธีการ” (methods)<sup>3</sup> ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

เรื่อง การออกแบบผังกราฟิก (graphic organizer design) สำหรับนักศึกษาสาขาเวชนิทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียน สามารถออกแบบผังกราฟิกเพื่อการนำเสนอและการสื่อสารข้อมูลได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม สามารถแก้ไขปัญหาในการทำงาน เรียนรู้ร่วมกันแบบมีส่วนร่วม รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการในการคิดสร้างสรรค์เพื่อประยุกต์ใช้ในการเรียน และการทำงานต่อไปได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบผังกราฟิก สำหรับนักศึกษาสาขาเวชนิทัศน์ ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย

## วิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาก่อนการทดลอง (pre-experimental design) แบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังจากการทดลองครั้งเดียว (one-group posttest-only design)

## กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เรียนในรายวิชาการสื่อสารแบบบูรณาการสำหรับเวชนิทัศน์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 ราย

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบผังกราฟิก โดยศึกษาหลักการที่สำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบรวมทั้งการจัดการเรียนรู้บนเครือข่าย ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ 1) สถานการณ์ปัญหาที่ออกแบบโดยมีพื้นฐานมาจากกรอบแนวคิดการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford<sup>2</sup> ได้แก่ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ โดยสถานการณ์ปัญหาจะมาจากบริบทสภาพจริงของผู้เรียน 2) แหล่งการเรียนรู้ที่ใช้คุณลักษณะของสื่อบนเครือข่ายที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 3) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา 4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยอาศัยพื้นฐานคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมและคุณลักษณะของสื่อบนเครือข่ายที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้ตลอดเวลาและขยายความรู้ของผู้เรียน 5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ที่อาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดของ Guilford<sup>2</sup> โดยผสมเข้ากับคุณลักษณะและระบบของสื่อมัลติมีเดีย 6) ศูนย์การช่วยเหลือที่อาศัยหลักการ zone of proximal development ของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม และ 7) ศูนย์ให้คำแนะนำ หรือการโค้ช ที่ใช้หลัก

cognitive apprenticeship ของ Brown และคณะ<sup>4</sup> โดยการจัดการเรียนรู้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้และเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และร่วมมือกันแก้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิด การคิดสร้างสรรค์ของ Guilford<sup>2</sup> โดยประกอบไปด้วย 1) การคิดคล่องแคล่ว (fluency) 2) การคิดยืดหยุ่น (flexibility) 3) การคิดริเริ่ม (originality) และ 4) การคิดละเอียดลออ (elaboration) กำหนดกรอบเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ สร้างแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย สร้างเกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบแต่ละข้อโดยกำหนดแนวทางการให้คะแนนโดยจำแนกสิ่งประเมินออกเป็นประเด็นย่อย (analytic score) ซึ่งประยุกต์มาจากแนวทางการให้คะแนนแบบ rubrics โดยกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนมีผลการคิดสร้างสรรค์คือ ผู้เรียนร้อยละ 70 ได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน พิจารณาจากคะแนนการทำแบบทดสอบของผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนจากสื่อบนเครือข่ายแล้ว โดยการวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกำหนดข้อสอบให้ตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย สร้างเกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบแต่ละข้อโดยกำหนดแนวทางการให้คะแนนที่บรรยายถึงภาพรวม (holistic score) ซึ่งประยุกต์มาจากแนวทางการให้คะแนนแบบ rubrics โดยกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผู้เรียนร้อยละ 70 ได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3 แบบสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน เป็นแบบสัมภาษณ์รูปแบบกึ่งโครงสร้าง โดยกำหนดขอบเขตของเนื้อหา อาศัยพื้นฐานการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford<sup>2</sup> มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) การคิดคล่องแคล่ว (fluency) 2) การคิดยืดหยุ่น (flexibility) 3) การคิดริเริ่ม (originality) และ 4) การคิดละเอียดลออ (elaboration) กำหนดเนื้อหาวัตถุประสงค์ สร้างประเด็นคำถามในแบบสัมภาษณ์ โดยอาศัยหลักการสร้างแบบสัมภาษณ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของประเด็นคำถามและการใช้ภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.4 แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ประกอบด้วย การประเมิน 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านสื่อบนเครือข่าย และ 3) ด้านสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยศึกษาหลักการทฤษฎี

คอนสตรัคติวิสต์ และตัวแปรที่จะศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องศึกษาวิธีการสร้างแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ กำหนดกรอบเนื้อหา โครงสร้างของคำถาม โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ของสุมาลี ชัยเจริญ<sup>5</sup> เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องของข้อคำถาม การใช้ภาษาและการสื่อความหมาย และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ คือ กระบวนการออกแบบ กระบวนการพัฒนา และกระบวนการประเมิน<sup>6</sup> โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. กระบวนการออกแบบ (design process)

1) ทบทวนวรรณกรรม ได้แก่ ทฤษฎีทางพุทธิปัญญา และทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์<sup>6</sup> รวมไปถึงลักษณะและระบบสัญลักษณ์ของสื่อบนเครือข่าย การศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในเรื่อง การออกแบบผังกราฟิก ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนการสอน และผลลัพธ์การเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์

2) สังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี และกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง เหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3) ดำเนินการออกแบบกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี และกรอบแนวคิดการออกแบบสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย

2. กระบวนการพัฒนา (development process)

1) สร้างสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ด้วยโปรแกรมสำหรับสร้างสื่อการเรียนรู้อย่าง

2) นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อบนเครือข่าย และด้านการออกแบบสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสรุปตีความ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3) ศึกษาบริบทการใช้โดยทดลองกับกลุ่มผู้เรียนที่มีบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาบริบทในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ โดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน หลังจากที่ได้เรียนด้วยสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย และใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับบริบทการใช้สื่อ นำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการสรุปตีความและการบรรยายเชิงวิเคราะห์ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองต่อไป

3. กระบวนการประเมิน (evaluation process)

ในกระบวนการประเมินผู้วิจัยได้นำสื่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และจากการทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีบริบท

ใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย หลังจากนั้นได้นำมาใช้กับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้จากผู้เรียน การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้เวลา 16 ชั่วโมงโดยมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ชี้แจงแผนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย
- 2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนจำนวน 30 ราย แบ่งเป็น 10 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ราย
- 3) ให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องดำเนินกิจกรรมกลุ่ม โดยเริ่มจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหา หลังจากนั้นให้ผู้เรียนร่วมมือกันแก้ปัญหาภายในกลุ่ม ค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือบนสื่อและแหล่งเชื่อมโยงจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ หากเกิดปัญหาสามารถปรึกษาผู้เชี่ยวชาญที่คอยให้การช่วยเหลือ และให้ผู้เรียนฝึกการคิดสร้างสรรค์จากศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ โดยการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็นจำนวน 3 ครั้ง
- 4) หลังจบบทเรียนทั้งหมด ให้ผู้เรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 5) ให้ผู้เรียนทำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์
- 6) ให้ผู้เรียนตอบแบบสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์
- 7) ให้ผู้เรียนทำแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์แบบประเมินสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย สำหรับผู้เชี่ยวชาญแบ่งออกเป็น 3 ส่วนประกอบ ได้แก่ แบบประเมินด้านเนื้อหา ด้านสื่อบนเครือข่าย และด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้
2. การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์โปรโตคอล (protocol analysis) และบรรยายเชิงวิเคราะห์ (analytic description) อธิบายตีความและสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยอาศัยพื้นฐานจากหลักการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford<sup>2</sup> ประกอบด้วย การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยผู้เรียนร้อยละ 70 ได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ คิดจากคะแนนทดสอบหลังเรียน โดยผู้เรียนร้อยละ 70 ได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

4. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย โดยใช้วิธีการสรุปตีความและบรรยายเชิงวิเคราะห์ จากข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน

#### ผลการศึกษา

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบผังกราฟิก สำหรับนักศึกษาศาสนาเวชนิทัศน์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร หลักการ ทฤษฎี และทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและกรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย รวมถึงขั้นตอนกระบวนการออกแบบ กระบวนการพัฒนา และกระบวนการประเมิน<sup>5</sup> โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (theoretical framework) ประกอบไปด้วย 5 พื้นฐาน ได้แก่ 1) พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ 2) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน 3) พื้นฐานด้านบริบท 4) พื้นฐานด้านการคิดสร้างสรรค์ และ 5) พื้นฐานด้านสื่อและเทคโนโลยี (รูปที่ 1) และสังเคราะห์กรอบแนวคิดของการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย (designing framework) โดยมีกระบวนการที่สำคัญ 4 ประการคือ 1) กระตุ้นโครงสร้างทางปัญญาและส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 2) สนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา 3) สนับสนุนการสร้างความรู้และการคิดสร้างสรรค์ และ 4) สนับสนุนการช่วยเหลือและการสร้างความรู้ (รูปที่ 2) เพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา 4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ที่ 6) ศูนย์การช่วยเหลือ และ 7) ศูนย์ให้คำแนะนำ



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (theoretical framework)

2. การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

1) สถานการณ์ปัญหา (problem based) สถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้ ที่ออกแบบโดยหลักการทฤษฎี cognitive constructivism ที่มาจากพื้นฐานแนวคิดของ Piaget<sup>6</sup> เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหา (problem) ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflicts) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่สภาวะสมดุล (equilibrium) โดยการดูดซึม (assimilation) หรือ การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ สถานการณ์ปัญหาและภารกิจการเรียนรู้จะเป็นเสมือนประตูที่ผู้เรียนจะเข้าสู่เนื้อหาที่จะเรียนรู้และแก้ปัญหาจากบริบทสถานการณ์ปัญหาของผู้เรียนจริง (authentic context) โดยมีพื้นฐานมาจากกรอบแนวคิดการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford<sup>2</sup> ได้แก่ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ แบ่งออกเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ 1) หลักการออกแบบผังกราฟิก 2) รูปแบบผังกราฟิก 3) การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบผังกราฟิก และ 4) การนำเสนอผลงานออกแบบผังกราฟิก (รูปที่ 3)

2) แหล่งเรียนรู้ (resources) เป็นที่รวบรวมข้อมูลเนื้อหาสารสนเทศที่ผู้เรียนจะใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญ ผู้เรียนจะใช้ในการเสาะแสวงหาและค้นพบคำตอบ (discovery) ที่อาศัยทฤษฎีประมวลสารสนเทศ

(information processing theory) รวมทั้งคุณลักษณะของสื่อที่เกี่ยวกับการสื่อสารของการเรียนบนเครือข่าย ด้วยการเลือกสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง (selecting) จัดหมวดหมู่สารสนเทศ (organizing) และบูรณาการสารสนเทศ (integrating) (SOI model) ทำให้ง่ายต่อการจดจำ และลดข้อจำกัดในการจดจำสารสนเทศที่มีปริมาณมาก โดยเนื้อหาประกอบด้วยหลักการออกแบบผังกราฟิก ความหมาย ความสำคัญ ประโยชน์ และรูปแบบผังกราฟิก (รูปที่ 4)

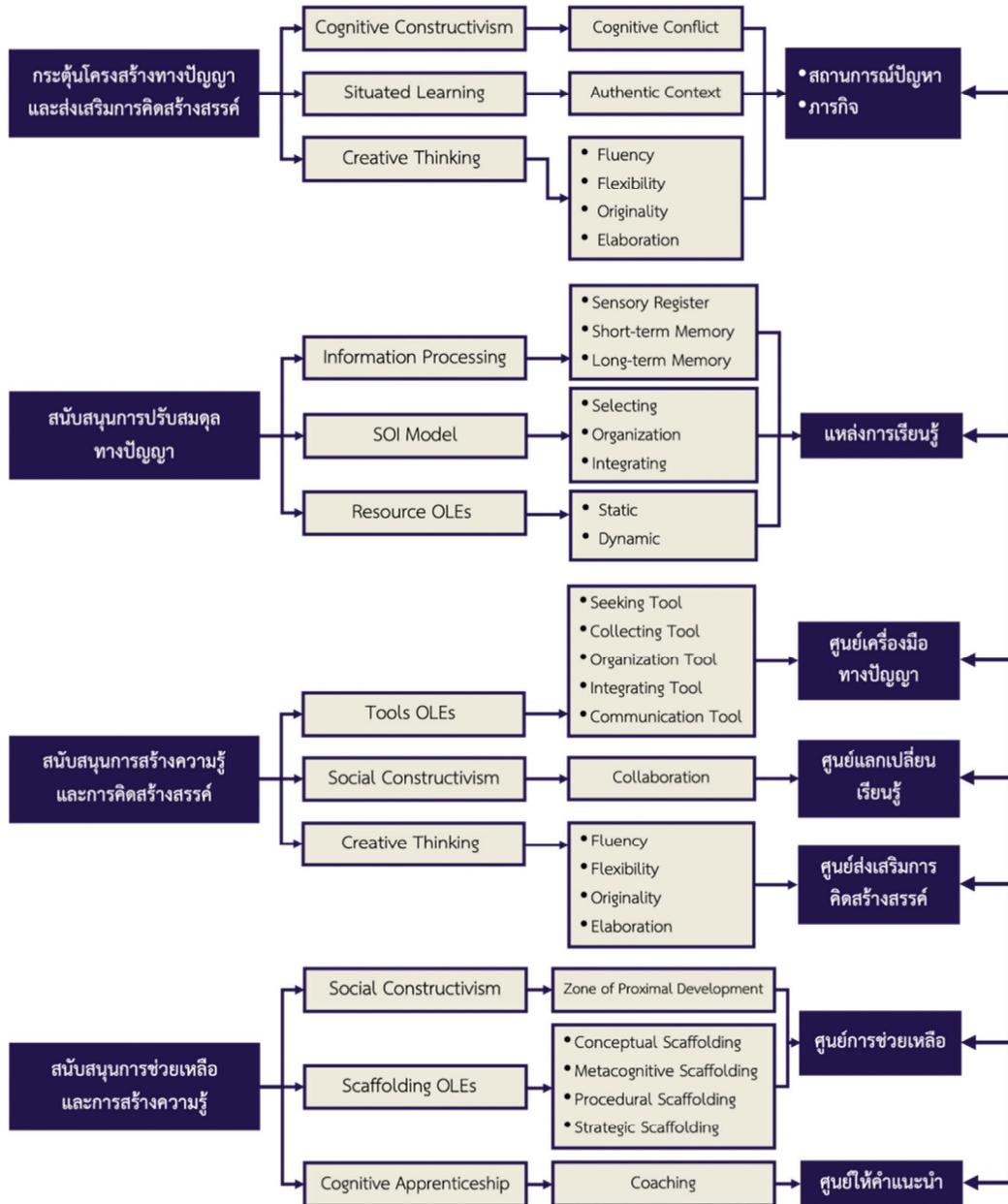
3) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา (cognitive tool) ที่สนับสนุนการสร้างความรู้ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ของผู้เรียน และการเสาะแสวงหาสารสนเทศที่เกี่ยวข้องโดยอาศัยหลักการของ open learning environments (OLEs) ที่ออกแบบโดย Hannafin และคณะ<sup>7</sup> โดยนำหลักการทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติและออกแบบเป็นเครื่องมือทางปัญญา ประกอบด้วย 1) เครื่องมือค้นหา (seeking tool) 2) เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวม (collecting tool) 3) เครื่องมือจัดหมวดหมู่ (organization tool) 4) เครื่องมือบูรณาการ (integrating tool) และ 5) เครื่องมือสื่อสาร (communication tool) (รูปที่ 5)

4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ออกแบบโดยอาศัยหลักการของ social constructivism ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม สร้างความรู้ผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ collaboration โดยมีส่วนสนับสนุนให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่นเพื่อขยายมุมมองให้แก่ตนเอง การร่วมมือกันแก้ปัญหาจะสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการคิดไตร่ตรอง (reflective thinking) เป็นแหล่งที่เปิดโอกาสให้ทั้งผู้เรียน ผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นของตนเองกับผู้อื่นและสามารถมีปฏิสัมพันธ์ (interactive) กันได้ในขณะสร้างความรู้

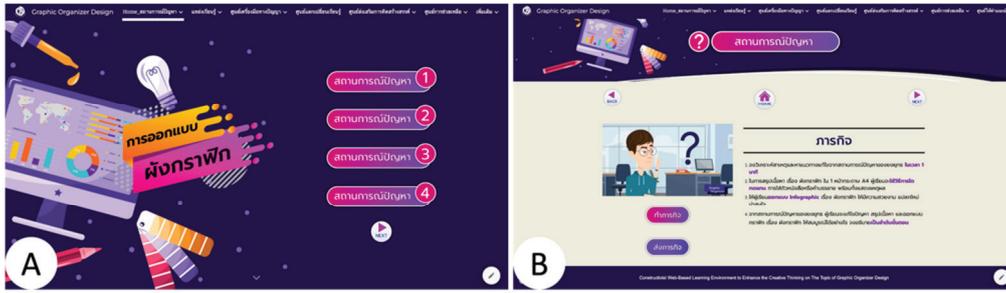
5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เป็นศูนย์สำหรับฝึกการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยอาศัยหลักการทฤษฎีของ Guilford<sup>2</sup> เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และการแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์และภารกิจที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วย 1) การคิดคล่องแคล่ว (fluency) คือ ความสามารถในการสร้างแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว มีปริมาณมากในเวลาที่ยกจำกัด โดยออกแบบเป็นเกมให้ผู้เรียนจับคู่ภาพผังกราฟิกกับชื่อผังกราฟิกที่ระบุให้ ให้ถูกต้องตรงกันและรวดเร็วตามระยะเวลาที่กำหนดให้ ทำให้ผู้เรียนจดจำชื่อและรูปแบบของผังกราฟิกได้อย่างรวดเร็ว 2) การคิดยืดหยุ่น (flexibility) คือ ความสามารถในการสร้างแนวคิดที่หลากหลายได้อย่างเป็นประโยชน์หรือสามารถเปลี่ยนกฎหลักการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเดียวกันได้ โดยออกแบบเป็นสถานการณ์ให้ผู้เรียนเสนอแนวทางในการนำเสนอข้อมูลแนวทางเวชปฏิบัติ การวินิจฉัยดูแลรักษา และป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาล กรณีโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจข้อมูลและดึงดูดความสนใจ โดยเลือกใช้รูปแบบผังกราฟิกและโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบให้เหมาะสม

พร้อมทั้งอธิบายและระบุเหตุผล 3) การคิดริเริ่ม (originality) คือ ความสามารถในการสร้างแนวคิด ซึ่งการคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่ได้ โดยออกแบบสถานการณ์ให้ผู้เรียนออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ ด้วยรูปแบบผังกราฟิก เรื่อง การรักษา COVID-19 ด้วยความคิดสร้างสรรค์และสวยงาม และ 4) การคิดละเอียดลออ (elaboration) คือ ความสามารถในการคิดในรายละเอียด

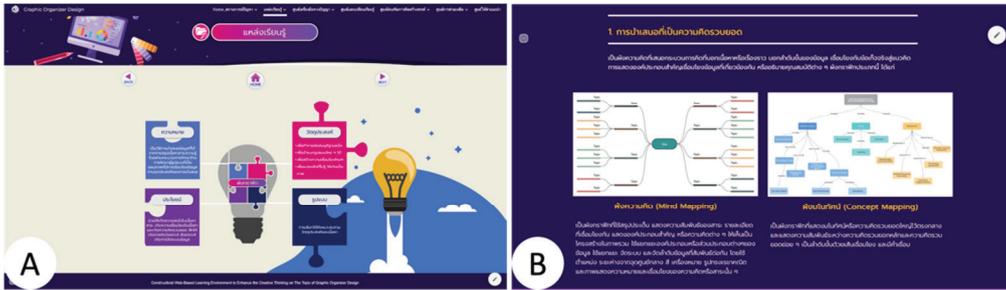
เพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถอธิบายให้เห็นถึงภาพพจน์ได้อย่างชัดเจนและได้ความหมาย โดยออกแบบสถานการณ์ให้ผู้เรียนวิพากษ์และประเมินสถานการณ์ตามหลักการออกแบบผังกราฟิกจากตัวอย่างที่กำหนดให้ และให้เสนอแนวคิดเพื่อการปรับปรุงแก้ไขให้การนำเสนอข้อมูลสามารถเข้าใจได้ง่ายและมีความน่าสนใจ (รูปที่ 6)



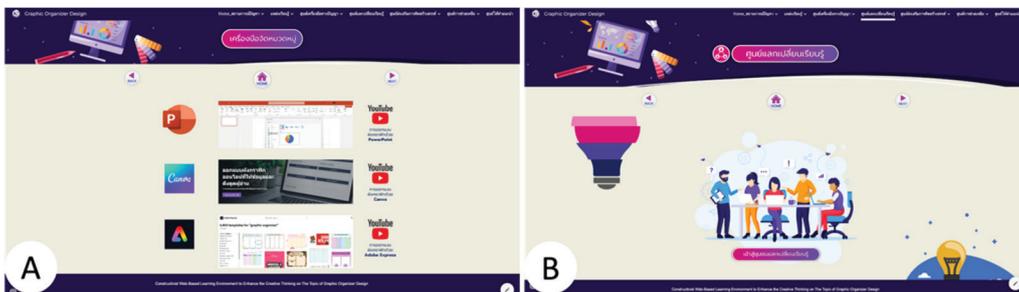
รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย (designing framework)



รูปที่ 3 A) หน้าหลักสถานการณ์ปัญหา B) ภารกิจการเรียนรู้



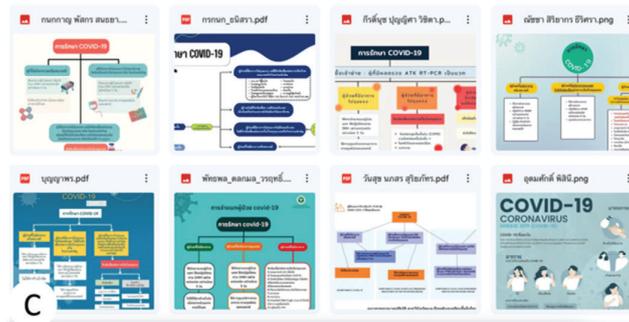
รูปที่ 4 A) แหล่งเรียนรู้ (resources) B) รูปแบบผังกราฟิก

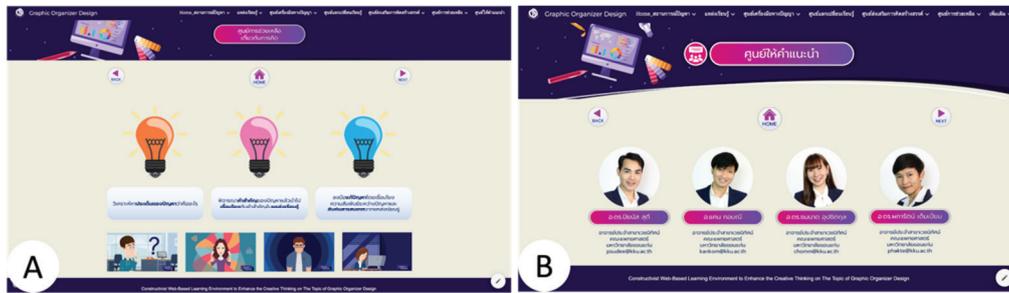


รูปที่ 5 A) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา B) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้



รูปที่ 6 A) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ B) game based learning center  
C) ผลงานการออกแบบผังกราฟิกของผู้เรียน จากการทำภารกิจในศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์





รูปที่ 7 A) ศูนย์การช่วยเหลือ B) ศูนย์ให้คำแนะนำ (coaching)

6) ศูนย์การช่วยเหลือ มาจากแนวคิดของ social constructivism ของ Vygotsky<sup>6</sup> ที่เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่า zone of proximal development ไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือที่เรียกว่า scaffolding ซึ่งฐานความช่วยเหลือจะสนับสนุนผู้เรียนในการแก้ปัญหา หรือการเรียนรู้ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติภารกิจให้สำเร็จด้วยตัวเองได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ศูนย์ คือ 1) ฐานความช่วยเหลือการสร้างความคิดรวบยอด (conceptual scaffolding) 2) ฐานความช่วยเหลือเกี่ยวกับการคิด (metacognitive scaffolding) 3) ฐานความช่วยเหลือกระบวนการ (procedural scaffolding) และ 4) ฐานความช่วยเหลือด้านกลยุทธ์ (strategic scaffolding) (รูปที่ 7)

7) ศูนย์ให้คำแนะนำ (coaching) มาจากพื้นฐาน situated cognition และ situated learning หลักการนี้ได้กลายเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ได้เปลี่ยนบทบาทของครูที่ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้หรือบอกความรู้มาเป็น “การโค้ช” ที่ให้ความช่วยเหลือการให้คำแนะนำสำหรับผู้เรียน โดยการให้ความรู้แก่ผู้เรียนในเชิงการให้การเรียนรู้คิดและการแก้ไขปัญหา (รูปที่ 7B)

3. การประเมินประสิทธิภาพและการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ตามแนวทางการประเมินสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ของ สุมาลี ชัยเจริญ<sup>7</sup> มีรายละเอียด ดังนี้

1) การประเมินด้านผลผลิตโดยการประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย จำนวน 3 ท่าน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อบนเครือข่าย และด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ พบว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย มีความสอดคล้องเหมาะสม เนื้อหามีความทันสมัย สถานการณ์ปัญหาสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ มีการออกแบบการกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ การนำเสนอเนื้อหาที่มีการจัดเป็นหมวดหมู่ทำให้เข้าใจได้ง่าย ภาษาที่ใช้เข้าใจได้ง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน แต่ยังมีปัญหาการสะกดคำที่ต้องปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม

การออกแบบสื่อสารสนเทศสามารถค้นหาได้ง่าย การออกแบบองค์ประกอบทางศิลปะ การใช้สี ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว มีความดึงดูดน่าสนใจ เสียงบรรยายและเสียงดนตรีประกอบเหมาะสม การใช้ตัวอักษรมีความเหมาะสมอ่านได้ง่าย มีการออกแบบให้สามารถเชื่อมโยงไปยังสารสนเทศหรือเนื้อหาอื่น ๆ ทั้งภายในสิ่งแวดล้อมและภายนอกได้ดี สถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเสาะแสวงหาความรู้หรือค้นพบคำตอบด้วยตัวเองได้ดี การกิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาระดับการคิดสร้างสรรค์ได้ดี การออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายสามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองหรือผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำกับผู้เรียนด้วยช่องทางที่หลากหลาย

2) การประเมินด้านบริบทการใช้ เพื่อหาบริบทที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย พบว่า การจัดกลุ่มผู้เรียน 3 รายต่อกลุ่มมีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ทั้งในด้านจำนวนผู้เรียนและความเหมาะสมต่อเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยกันคิดวิเคราะห์ แก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาและการทำภารกิจที่ได้รับมอบหมายร่วมกันได้เป็นอย่างดี

3) การประเมินความสามารถทางสติปัญญา (การคิดสร้างสรรค์) ผลจากการสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนและนำมาวิเคราะห์โปรโตคอล (protocol analysis) พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Guilford<sup>2</sup> ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านการคิดคล่องแคล่ว (fluency) ผู้เรียนสามารถตอบประเภทรูปแบบของผังกราฟิกได้อย่างคล่องแคล่วได้ในเวลาที่กำหนด โดยผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถบอกรูปแบบผังกราฟิก ซึ่งประกอบไปด้วย ผังความคิด (mind mapping), ผังมโนทัศน์ (concept mapping), เวนน์ไดอะแกรม (venn diagram), ทีชาร์ต (t-chart), แผนภูมิวงกลม (pie chart), แผนภูมิแท่ง (bar chart), ตารางเปรียบเทียบ (matrix diagram), ผังก้างปลา (fishbone map), ผังใยแมงมุม (spider map), ผังลูกโซ่ (chain diagram), ผังวัฏจักร (cycle diagram), เส้นเวลา (timeline), ผังการจำแนกประเภทของข้อมูล (branching diagram), และแผนภูมิต้นไม้ (tree chart) 2) ด้านการคิดยืดหยุ่น (flexibility) ผู้เรียนสามารถคิดหาคำตอบ คิดหาเครื่องมือและโปรแกรมต่าง ๆ

ที่ใช้ในการออกแบบผังกราฟิกได้อย่างเหมาะสม เช่น โปรแกรม Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Adobe Express, Microsoft PowerPoint, Microsoft Word และ Canva นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถอธิบายคุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เพื่อการประยุกต์ใช้ในการออกแบบผังกราฟิกได้อย่างถูกต้องเหมาะสม 3) ด้านการคิดริเริ่ม (originality) ผู้เรียนสามารถบอกแนวทางในการออกแบบผังกราฟิกด้วยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้อย่างแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร และเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการสื่อสารข้อมูลตามที่กำหนดให้ได้ โดยผู้เรียนสามารถระบุเลือกรูปแบบผังกราฟิก เรื่องวงจรชีวิตของยุงในระยะต่าง ๆ ด้วยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสมตามหลักการออกแบบผังกราฟิก และ 4) ด้านการคิดละเอียดลออ (elaboration) ผู้เรียนสามารถคิดแก้ปัญหา เลือกใช้รูปแบบผังกราฟิกได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะงาน รวมไปถึงการดัดแปลงเพิ่มเติมสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้การออกแบบผังกราฟิกมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผล เพิ่มเติม ขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ในการเลือกใช้รูปแบบผังกราฟิกในการอธิบายคุณลักษณะเฉพาะของสื่อสังคมออนไลน์ช่องทางต่าง ๆ เช่น Facebook, Instagram, Twitter (X) และ TikTok ได้อย่าง

เหมาะสมและสามารถนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบผังกราฟิกได้ และผลการศึกษาคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบวัดการคิดสร้างสรรค์ พบว่า ผู้เรียนจำนวน 30 ราย มีจำนวนผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 29 ราย คิดเป็นร้อยละ 96.67 มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 17.07 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 85.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.78 ซึ่งมีความสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ผู้เรียนร้อยละ 70 ได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มที่ผู้วิจัยกำหนด (ตารางที่ 1)

4) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย พบว่า ผู้เรียนจำนวน 30 ราย มีจำนวนผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 28 ราย คิดเป็นร้อยละ 93.33 มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 16.43 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 82.15 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.81 ซึ่งมีความสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ผู้เรียนร้อยละ 70 ได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มที่ผู้วิจัยกำหนด (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 1** ผลการวัดการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย

รายการ	จำนวน
จำนวนผู้เรียนที่วัดการคิดสร้างสรรค์ (ราย)	30
จำนวนผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 (ราย)	29
ร้อยละของผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน)	96.67
ค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	17.07
ค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ	85.35
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	1.78

**ตารางที่ 2** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย

รายการ	จำนวน
จำนวนผู้เรียนที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังเรียน (ราย)	30
จำนวนผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 (ราย)	28
ร้อยละของผู้เรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน)	93.33
ค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	16.43
ค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ	82.15
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	1.81

5) การศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย พบว่า 1) ด้านเนื้อหาเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบผังกราฟิกมีรายละเอียดชัดเจนและมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่เรียน สามารถนำไปใช้ในภารกิจการเรียนรู้ได้ มีความทันสมัยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผังกราฟิกได้จริง ภาษาที่ใช้เข้าใจได้ง่าย ภาพประกอบมีความชัดเจนสอดคล้องกับเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา มีความน่าสนใจ เช่น การใช้สี ภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหว การนำเสนอเนื้อหาที่มีการจัดเป็นหมวดหมู่ทำให้ประมวลสารสนเทศได้ง่าย 2) ด้านสื่อบนเครือข่าย การออกแบบสื่อสารสนเทศสามารถค้นหาได้ง่าย มีการจัดหมวดหมู่แต่ละหัวข้อเรียงลำดับก่อนหลัง การออกแบบปุ่มหรือเครื่องหมายที่ทำความเข้าใจได้ง่าย สัญลักษณ์ที่เป็นไอคอน (Icon) สื่อความหมายขององค์ประกอบได้เหมาะสม ขนาดตัวอักษรและสีสามารถดึงดูดความสนใจและอ่านได้ง่าย การใช้สีมีความเหมาะสมกลมกลืนดึงดูดความสนใจ ภาพกราฟิกสอดคล้องกับเนื้อหา ภาพเคลื่อนไหวช่วยดึงดูดความสนใจ มีการออกแบบให้สามารถเชื่อมโยงไปยังสารสนเทศต่าง ๆ ทั้งภายในสิ่งแวดล้อมและภายนอกผ่านระบบอินเทอร์เน็ต มีการออกแบบการสนทนาบนเครือข่าย เช่น Facebook, Google Classroom และ Microsoft Teams ที่สามารถติดต่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้สะดวก และ 3) ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ สถานการณ์ปัญหาช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและค้นหาคำตอบ เข้าไปฝังตัวเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์ สามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ และกระตุ้นให้เชื่อมโยงประสบการณ์ และทักษะที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาไปใช้ในเหตุการณ์จริงได้ แหล่งการเรียนรู้ช่วยสนับสนุนข้อมูลที่สามารถค้นหาคำตอบได้ นำเสนอสารสนเทศด้วยแผนผังความคิดที่แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาทั้งหมดที่เข้าใจได้ง่าย และสนับสนุนการแก้ปัญหา การใช้กราฟิกภาพเคลื่อนไหว ประกอบกับเนื้อหาได้เหมาะสม การใช้สี การใช้ขนาดตัวอักษร ตัวใหญ่การใช้ขนาดตัวอักษรแบบหนา เอียง การขีดเส้นใต้ทำให้เกิดความสนใจ และสามารถค้นหาสารสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ศูนย์เครื่องมือทางปัญญามีการออกแบบเครื่องมือสืบค้น เครื่องมือรวบรวม เครื่องมือจัดหมวดหมู่ เครื่องมือบูรณาการเพื่อช่วยสนับสนุนการค้นหาสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ และเครื่องมือสื่อสารเพื่อช่วยสนับสนุนการสื่อสารระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้มีการออกแบบให้เกิดการสนับสนุนการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ แก้ปัญหาและการทำงานแบบเป็นกลุ่มได้ มีการออกแบบให้สามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองหรือผู้เชี่ยวชาญผ่านกระดานแลกเปลี่ยน ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ มีการออกแบบภารกิจการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ ในองค์ประกอบของความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ศูนย์การช่วยเหลือ มีการออกแบบฐานการช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์

ปัญหาได้ และศูนย์ให้คำแนะนำมีการออกแบบให้ผู้สอนสามารถสื่อสารและให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดค้นหาคำตอบรวมถึงกระทำภารกิจการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษากับผู้เรียนด้วยช่องทางที่หลากหลายบนเครือข่ายและสื่อสังคมออนไลน์

## วิจารณ์

จากการศึกษาหลักการ แนวคิดทฤษฎีในการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ จนผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (theoretical framework) และกรอบแนวคิดของการออกแบบ (designing framework) เพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งการเรียนรู้ 3) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา 4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 6) ศูนย์การช่วยเหลือ และ 7) ศูนย์ให้คำแนะนำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chaijaroen<sup>9</sup>, Kwangmuang<sup>10</sup>, Susing และ Chaijaroen<sup>11</sup>, Krabkraikaw และ Chaijaroen<sup>12</sup> นอกจากนี้การออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ยังมีองค์ประกอบที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Techapornpong และ Chaijaroen<sup>13</sup>, Wichakum และ Wattanachai<sup>14</sup>, Poonphol และคณะ<sup>15</sup>, Theeranant และ Chaijaroen<sup>16</sup>, Suwannasri และ Chaijaroen<sup>17</sup> จากการศึกษาข้างต้นมีความแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเรื่องการออกแบบผังกราฟิก ซึ่งประกอบด้วยหลักการออกแบบผังกราฟิก ความสำคัญประโยชน์ และรูปแบบของผังกราฟิก รวมไปถึงการทดลองฝึกปฏิบัติการออกแบบผังกราฟิกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสื่อสารข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลด้านการสื่อสารสื่อทางการแพทย์ที่สอดคล้องกับบริบทจริงของผู้เรียน โดยข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่าการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายมีความตรงและเหมาะสมเชิงทฤษฎีสามารถส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้จากสถานการณ์ปัญหา ภารกิจ และการฝึกการคิดสร้างสรรค์<sup>18</sup> นอกจากนี้ยังพบว่า การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายมีคุณภาพทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาที่มีความถูกต้องเหมาะสม ด้านสื่อบนเครือข่ายช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสารสนเทศได้สะดวกรวดเร็วและช่วยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ และด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้มีความเหมาะสมในทุกองค์ประกอบ ซึ่งเป็นผลมาจากการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่ได้นำเอาลักษณะของรูปแบบการสร้างบทเรียนบนเครือข่าย (web-based learning) ที่ใช้การนำเสนอเนื้อหาอยู่ในรูปแบบ

มัลติมีเดีย (multimedia) ที่นำเสนอทั้งข้อความ (text) ภาพนิ่ง (picture) ภาพเคลื่อนไหว (animation) และเสียง (sound) รวมทั้งการเชื่อมโยงหลายมิติ (hyperlink) และสื่อหลายมิติ (hypermedia)<sup>3</sup> ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างและเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหา (problem based) และมาจากบริบทจริงของผู้เรียน (authentic) รวมไปถึงการนำหลักการคิดสร้างสรรค์<sup>2</sup> ทั้ง 4 องค์ประกอบซึ่งประกอบด้วย การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

### สรุป

การออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การออกแบบผังกราฟิก สำหรับนักศึกษาสาขาเวชนิศาสตร์ พบว่า 1) ผลการประเมินกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและกรอบแนวคิดการออกแบบมีความสอดคล้องกับหลักการทฤษฎีที่นำไปใช้ในการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย รวมไปถึงการประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อบนเครือข่าย และด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ 2) การประเมินด้านบริบทการใช้งาน กลุ่มที่มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้คือ 3 รายต่อกลุ่ม เนื่องจากมีจำนวนที่พอเหมาะสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันได้อย่างทั่วถึง รวมไปถึงการแก้ไขปัญหาสถานการณ์และการทำภารกิจร่วมกันด้วยการจัดสภาพห้องเรียนและเวลาในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ 3) ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ รวมไปถึงผลการวิเคราะห์โปรโตคอลที่ได้จากการสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ พบว่า ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องและมีเหตุผลครบทั้ง 4 องค์ประกอบ 4) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ 5) ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายมีความสอดคล้องเหมาะสมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อบนเครือข่าย และด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ดังนั้นจึงสามารถยืนยันได้ว่าสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งยังสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านการสร้างความรู้ การเสาะแสวงหาความรู้ และส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียน และการทำงานต่อไปในอนาคตได้

### ข้อเสนอแนะ

ในการจัดการเรียนการสอนด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ควรศึกษาถึงสภาพบริบทพื้นฐานของผู้เรียนในภาพรวมก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และทักษะการรู้ดิจิทัล (digital literacy) เพื่อให้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

### เอกสารอ้างอิง

- Office of the Education Council. The national education plan B.E. 2560-2579 (2017-2036). Bangkok: Prikwaangraphic, 2017.
- Guilford JP. The nature of human intelligence. New York: McGraw-Hill, 1967.
- Chaijaroen S. Education technology: Principles theories to practices. Khon Kaen: Klunghanavithaya press, 2008.
- Brown JS, Collins A, Duguid P. Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher 1989;18(1):32-42.
- Chaijaroen S. Instructional design: Principles and theories to practices. Khon Kaen: Annaoffset, 2014.
- Piaget J. Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. J Res Sci Teach 1964; 2(1):176-186.
- Hannafin MJ, Land S, Oliver K. Open learning environments: Foundations, methods, and models. In Charles M. Reigeluth, Ed., Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
- Vygotsky LS. Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- Chaijaroen S. The develop web-based learning environment encouraging knowledge construction model developed based on constructivist and cognitive theories. Khon Kaen: Faculty of Education, Khon Kaen University, 2007.
- Kwangmuang P. The result to learner's critical thinking development used with constructivist learning innovation to enhance knowledge construction and critical thinking for undergraduate student. Panyapiwat J 2018;10(1):175-84.

11. Susing J, Chaijaroen S. Designing framework of constructivist web-based learning environments with augmented reality to enhance creative thinking on topic of animation for grade 9 students. *J Informat Learn* 2020;31(2):1-9.
12. Krabkraikaew T, Chaijaroen S. 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. *J Informat Learn* 2020;31(2):10-8.
13. Techapornpong O, Chaijaroen S. Framework of constructivist web-based learning environment model to enhance creative thinking: integration pedagogy and neuroscience. *J Informat Learn* 2017;28(1):118-29.
14. Wichakum A, Wattanachai S. The effects of web-based learning environment based on constructivist theory to enhance creative thinking on topic utilization of graphics for vocational students. *KKU Res J Humanit Soc Sci (Graduate Studies)* 2020;8(1):77-88.
15. Poonphol I, Chaijaroen S, Jackpeng S. The development of constructivist mobile learning environment model to foster creative thinking for high school students. *J Educ Khon Kaen University* 2021;44(4):151-68.
16. Theeranan Y, Chaijaroen S. Designing and developing a learning environment on a network developed in accordance with constructivist concepts to enhance creativity in the development of mobile applications for matthayom 3 students. *J Informat Learn* 2020;31(1):41-51.
17. Suwannasri P, Chaijaroen S. Constructivist web-based learning environment to enhance creative thinking in art subject on printing for grade 12 students. *J Informat Learn* 2019;30(3):28-35.

**SMJ**