



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/edkkuj>

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิด สร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์

Designing And Development of Constructivist Learning Environment Model to Enhance Creative Thinking and Creative Expression of Science for Medical Graphic Design

แคน กอมณี และ สุมาลี ชัยเจริญ*

Kan Komany and Sumalee Chaijaroen*

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Faculty of Education, Khon Kean University, Khon Kean, 40002, Thailand

Received: April 26, 2023, Revised: June 20, 2023 Accepted: June 21, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยคือ การวิจัยโมเดล (model research) ในระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล (model development) ซึ่งประกอบไปด้วย การวิจัยเอกสาร (document analysis) และการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) มีกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของโมเดลฯ จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินจำนวน 3 คน ผู้ออกแบบโมเดลฯ จำนวน 1 คน ผู้พัฒนาโมเดลฯ จำนวน 1 คน ผู้สอนจำนวน 1 คน และ ผู้เรียนซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาเวชنيทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 30 คน

ผลการวิจัย พบว่า 1) กระบวนการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ได้แก่ การสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบโมเดล แล้วนำมาพัฒนาเป็นสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งได้จากการสังเคราะห์องค์ประกอบของโมเดล ได้เป็น 8 องค์ประกอบ คือ (1) สถานการณ์ปัญหา (2) แหล่งเรียนรู้ (3) เครื่องมือทางปัญญา (4) ศูนย์แลกเปลี่ยน (5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (6) ศูนย์ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (7) ศูนย์ช่วยเหลือ และ (8) ศูนย์ให้คำแนะนำ และ 2) การประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านคือ ด้านเนื้อหา มีความถูกต้องและเหมาะสม ด้านสื่อ มีองค์ประกอบทางศิลปะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดี ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสารสนเทศได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และด้านการออกแบบโมเดลฯ มีองค์ประกอบที่สอดคล้องกับหลักการทฤษฎี สถานการณ์ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยได้ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ การคิดสร้างสรรค์ การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

*Corresponding author. Tel.:

Email address: sumalee@kku.ac.th

Abstract

The purpose of this research is to design and develop a constructivist learning environment model that enhance creative thinking and creative expression of science on the topic of medical graphic design. This research uses the Model Research in the phase1, Model Development, which consists of Document Analysis and Survey Research, the target group are 3 model quality inspection experts, 3 measurement and evaluation specialists, 1 model designer, 1 model developer, 1 teacher and 30 students who are first-year students in the field of medical illustration, Faculty of Medicine, Khon Kaen University.

The research results showed that: 1) The designing and developing the learning environment model included the synthesis of theoretical frameworks, synthesis of model designing frameworks then developed into a learning environment which were obtained from the synthesis of 8 components of the model: (1) Problem situations (2) Learning resources (3) Cognitive tools (4) Collaboration center (5) Creative thinking center (6) Creative expression of science center (7) Scaffolding center and (8) Coaching Center and 2) Assessment of the quality of the learning environment in all 3 aspects: 1) the content is correct and appropriate for the learners. 2) the media designing, there are artistic elements designed to promote learning as well which allows students to access information quickly and conveniently. 3) the model designing, there are elements that are consistent with theoretical principles, problem situations are good at arousing curiosity in learners and the model can encourage students to have creative thinking and creative expression of science.

Keywords: Constructivist learning environment, Creative Thinking, Creative Expression of Science

■ บทนำ

บริบทของสังคมโลกในปัจจุบันที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้สมัยใหม่และความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทอย่างมากกับการปรับเปลี่ยนชีวิตของผู้คนในสังคม จากการรายงานผลการสำรวจของกลุ่ม OECD พบว่า แรงงานในสัดส่วนประมาณ 14% ทั่วโลกจากประเทศที่ทำการสำรวจมีความเสี่ยงที่จะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยี AI นอกจากนี้ยังมีแรงงานอีก 32% จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในงานที่ทำ ซึ่งความเสี่ยงนี้จะลดลงตามการศึกษาและทักษะอันเป็นที่ต้องการในศตวรรษที่ 21 ที่เพิ่มขึ้น (OECD annual report, 2016) ความเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลต่อวิธีการจัดการศึกษา เพื่อใช้ในการจัดเตรียมทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณลักษณะสำหรับการเป็นพลเมืองดิจิทัล (digital citizen) และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (lifelong learning) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทรัพยากรมนุษย์ในสายวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นคนกลุ่มสำคัญอีกกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาทในการยกระดับสังคมในอนาคต ซึ่งอาจต้องแย่งชิงบทบาทนี้กับเทคโนโลยีดิจิทัลอันชาญฉลาดที่อาจเข้ามาแทนที่ การจัดเตรียมกลุ่มคนเหล่านี้ให้มีคุณภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก โดยปัจจุบันผู้เรียนในสายวิทยาศาสตร์ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยยังพบปัญหาที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันนั่นก็คือ แนวความคิดใหม่ ๆ หรือการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายซับซ้อนอยู่ในระดับต่ำ (Runco, M.A., 2004) ทักษะการสื่อสารที่หลากหลายอยู่ในระดับต่ำ (Brownell, Price, Steinman, 2013) แนวคิดที่นำไปสู่นวัตกรรมและระดับผลการเรียนไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง (Aksoy, 2015) และทักษะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทางวิทยาศาสตร์ (creative expression of science) อยู่ในระดับที่ควรส่งเสริมให้สูงขึ้น (Brown, 2015) เป็นต้น รวมถึงจากการสำรวจสภาพบริบทแวดล้อมของผู้วิจัยในกลุ่มนักศึกษาสาขาเวชنيทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จากผลการประเมินความพึงพอใจผู้บัณฑิตและ

อาจารย์ผู้สอนที่มีต่อบัณฑิต 3 ปี พบว่า ทักษะทางด้านปัญญา (การคิดที่ซับซ้อน, การแก้ปัญหา, และ การคิดสร้างสรรค์) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังไว้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับบริบททั่วโลก

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนในสายวิทยาศาสตร์ควรต้องเตรียมผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะที่ตอบสนองความต้องการของการเปลี่ยนแปลงทางสังคมโลกและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนในสายวิทยาศาสตร์ คือการส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียน ควบคู่ไปกับการส่งเสริมการสร้างความรู้คู่เสมอ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการวิจัยเพื่อศึกษาการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียน โดยอาศัยพื้นฐานทฤษฎีการออกแบบ (ID theory) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ทฤษฎีพุทธิปัญญาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ตามกรอบของ Guilford (1967) ที่จะนำไปสู่การเกิดแนวคิดที่หลากหลายและการสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่นอกจากนั้นยังอาศัยหลักการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของ Brown (2015) ที่เน้นการส่งเสริมกระบวนการคิดในการแสดงออกและการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ เพื่อยกระดับการสื่อสารข้อมูลที่ซับซ้อนในทางวิทยาศาสตร์ การแพทย์ ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ในสายวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำหลักการทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติ ออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นที่สอดคล้องต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21 และตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต

■ คำถามการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (creative expression of science) สำหรับการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ มีกระบวนการอย่างไรและมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

■ วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (creative expression of science) สำหรับการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มุ่งเน้นส่งเสริมผู้เรียนตามหลักการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้และส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียนในทั้งในด้านการเรียนรู้ การคิดสร้างสรรค์ และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาเรื่องการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ ซึ่งมีการศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างความรู้มากกว่ารับความรู้ ดังนั้นในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม กระบวนการเรียนการสอนในแนวคอนสตรัคติวิสต์จึงมักจะเริ่มต้นด้วย

ปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) มีการปรับโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (cognitive restructuring) โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ถกเถียงปัญหาซักค้านจนกระทั่งหาเหตุผล หรือหลักฐานในเชิงประจักษ์มาจัดความขัดแย้งทางปัญญาภายในตนเองและระหว่างบุคคลได้

ทฤษฎีประมวลสารสนเทศ (information processing theory) ในทางทฤษฎีปัญญานั้นเชื่อว่ามนุษย์เรามีความสามารถในการประมวลสารสนเทศที่รับมาในลักษณะที่คล้ายกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ นั่นคือ มีการรับเอาสารสนเทศเข้ามา ผ่านกระบวนการรับรู้ต่างๆ จากนั้นจึงมีการประมวลผลข้อมูลผ่านกระบวนการภายใน และสุดท้ายจึงแสดงผลออกมาผ่านทางกระบวนการ การพูด การแสดงความคิดเห็น 2) ทฤษฎีคอกนิตีฟโหลด (cognitive load theory) มุ่งเน้นการลดข้อจำกัดของความจำขณะทำงาน (working memory) ซึ่งโดยปกติหากปริมาณสารสนเทศที่รับเข้ามามีปริมาณมากเกินไป จะส่งผลต่อการประมวลสารสนเทศที่ไม่มีประสิทธิภาพ อาจเป็นสาเหตุทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหา ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงหรือลดคอกนิตีฟโหลดได้โดยออกแบบการนำเสนอสารสนเทศที่ช่วยลดคอกนิตีฟโหลด 3) SOI (Selection, Organizing, Integrating) มุ่งเน้นการกระตุ้น (activation) ของกระบวนการทางพุทธิปัญญาหรือกระบวนการรู้คิด (cognitive processes) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการคือ 1) การเลือกสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง (S-Selection) 2) การจัดระเบียบสารสนเทศที่เข้ามา (O-Organizing) 3) การบูรณาการสารสนเทศที่เข้ามามีความรู้เดิมที่มีมาก่อน (I-Integrating) 4) โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Learning Environment, OLEs) มุ่งเน้นเกี่ยวกับการคิดนอกกรอบ (divergent thinking) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างทางเลือกที่หลากหลาย แนวคิดที่หลากหลาย (multiple perspectives) รวมทั้งการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน (Hannafin, 1999) ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การเข้าสู่บริบท (enabling context) แหล่งการเรียนรู้ (resource) เครื่องมือ (tool) ฐานการช่วยเหลือ (scaffolding) 5) การคิดสร้างสรรค์ของ Guilford (1967) การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของแต่ละบุคคลในการคิดได้หลายทิศทางหรือที่เรียกว่า การคิดนอกกรอบ (divergent thinking) ซึ่งการคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 มิติ คือ 1) การคิดคล่อง (fluency) ความสามารถในการคิดให้ได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด 2) การคิดยืดหยุ่น (flexibility) ความสามารถในการคิดอย่างคล่องและสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้อย่างหลากหลายลักษณะที่แตกต่างกัน 3) การคิดริเริ่ม (originality) ความสามารถในการคิดที่ไม่เหมือนใครหรือคิดสิ่งใหม่ 4) การคิดละเอียดลออ (elaboration) ความสามารถในการคิดเพิ่มเติม หรือขยายความคิดหลักให้ได้ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น 6) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (creative expression of science) ตามกรอบของ Brown (2015) เป็นความสามารถในการคิดเพื่อการสื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อยกระดับการสื่อสารที่ส่งผลต่อการศึกษาวงวิทยาศาสตร์ให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านการใช้ถ้อยคำหรือรูปภาพ ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบออกได้เป็น 3 องค์ประกอบคือ 1) การจินตภาพ (imagery) เป็นการสร้างภาพภายในสมอง (representation) ที่เกิดจากการอ่าน มองเห็น หรือฟัง แล้วนำมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือความรู้เดิม และสร้างเป็นภาพในสมองขึ้นมาเพื่อแทนสิ่งเหล่านั้น 2) การเปรียบเทียบ (metaphor) เป็นการนำสิ่งต่าง ๆ 2 สิ่ง ที่ไม่เกี่ยวข้องกันมาอุปมาอุปไมย โดยอาศัยการนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงในการหาคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กันของทั้ง 2 สิ่ง ทั้งในเชิงรูปร่าง (appearance) หรือ หลักการทำงาน (function) และ 3) การเปรียบเทียบ (analogy) เป็นการเทียบเคียงโดยอาศัยการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมระหว่างของ 2 คู่ในเชิงความสัมพันธ์ที่อาศัยพื้นฐานตรรกะหรือหลักการเดียวกัน เพื่อให้เห็นถึงเหตุผลและความสัมพันธ์ของการเทียบเคียง 7) ทฤษฎีระบบสัญลักษณ์ของสื่อ (media symbol system) สื่อเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยในการกระตุ้นกระบวนการทางปัญญาของมนุษย์ มีอิทธิพลของสื่อแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการเรียนรู้ในกระบวนการทางพุทธิปัญญาและการเรียนรู้ที่แตกต่างกันซึ่งผลของสื่อที่มีต่อการเรียนรู้ โดยที่สื่อแต่ละประเภทจะมีระบบสัญลักษณ์ที่ใช้ส่งผ่านความรู้แตกต่างกัน

■ วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยแบบการวิจัยโมเดล (model research) (Richey and Klein, 2007) ในระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล (model development) ซึ่งประกอบไปด้วย การวิจัยเอกสาร (document analysis) และการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ เรื่อง การออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ กลุ่มเป้าหมายของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบไปด้วย

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบคุณภาพของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ได้แก่ ด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ด้านการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพการออกแบบโมเดลจำนวน 3 ท่าน และ ด้านสื่อ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของการพัฒนาสื่อจำนวน 3 ท่าน

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ แบบสัมภาษณ์การคิดสร้างสรรค์ และ แบบสัมภาษณ์การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน

3) ผู้สอนจำนวน 1 ท่าน เพื่อสำรวจคุณลักษณะของผู้สอน โดยเป็นเพศชาย มีวุฒิการศึกษาด้านการออกแบบกราฟิก สื่อแอนิเมชันและสื่อมัลติมีเดีย ปัจจุบันเป็นอาจารย์ผู้สอนด้านการออกแบบกราฟิกและแอนิเมชันทางการแพทย์ในสาขาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ กำลังศึกษาในระดับปริญญาเอกในสาขาเทคโนโลยีการศึกษา (educational technology) ซึ่งมุ่งเน้นการออกแบบที่ใช้ ID Theory และมีรูปแบบการสอนเน้นการสอนแบบบรรยายและปฏิบัติ

4) ผู้ออกแบบโมเดลจำนวน 1 ท่าน เพื่อสำรวจคุณลักษณะของผู้ออกแบบโมเดล โดยเป็นเพศชาย มีวุฒิการศึกษาด้านการออกแบบกราฟิก สื่อแอนิเมชันและสื่อมัลติมีเดีย ปัจจุบันเป็นอาจารย์ผู้สอนด้านการออกแบบกราฟิกและแอนิเมชันทางการแพทย์ในสาขาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ กำลังศึกษาในระดับปริญญาเอกในสาขาเทคโนโลยีการศึกษา (educational technology) ซึ่งมุ่งเน้นการออกแบบที่ใช้ ID Theory และผู้ออกแบบโมเดลยังมีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 ปี

5) ผู้พัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ จำนวน 1 ท่าน เพื่อสำรวจคุณลักษณะของผู้พัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ โดยเป็น เพศชาย อายุ 33 ปี มีวุฒิการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบกราฟิก แอนิเมชันและสื่อมัลติมีเดีย เคยทำงานเป็นกราฟิกดีไซน์เนอร์และแอนิเมเตอร์ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ด้านการออกแบบกราฟิกและแอนิเมชันในสาขาวิชาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ กำลังศึกษาในระดับปริญญาเอกในสาขาเทคโนโลยีการศึกษา (educational technology) ซึ่งมุ่งเน้นการออกแบบที่ใช้ ID Theory มีประสบการณ์ในการออกแบบสื่อการสอน มีความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ สื่อมัลติมีเดียทางการแพทย์ แอนิเมชันทางการแพทย์ และมีประสบการณ์ด้านการใช้เทคโนโลยี เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ต การสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

6) นักศึกษาสาขาเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 30 คน สำหรับการสำรวจคุณลักษณะของผู้เรียนและการสำรวจความคิดเห็นสำหรับผู้เรียนเกี่ยวกับสภาพบริบทการจัดการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทบทวนวรรณกรรมเพื่อนำมาสังเคราะห์ให้ได้กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (theoretical framework) จากนั้นศึกษาสภาพบริบทเพื่อนำมาสังเคราะห์ร่วมกับกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีจนได้เป็นกรอบแนวคิดการออกแบบ (designing framework) เพื่อเป็นหลักการในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอน

สตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การทบทวนวรรณกรรม ศึกษาและวิเคราะห์ หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัย ที่เกี่ยวกับการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ โดยศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีพุทธิปัญญา ศาสตร์การสอน ทฤษฎีสื่อ ทฤษฎีสื่อ การคิดสร้างสรรค์ การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ บริบทของการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาโมเดล

2) สังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี ที่ได้จากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น ประกอบไปด้วยพื้นฐานเชิงทฤษฎีที่สำคัญ 5 ด้าน ได้แก่ 1) พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ (psychological base) 2) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน (pedagogies base) 3) พื้นฐานด้านทฤษฎีสื่อและเทคโนโลยี (media and technologies base) 4) พื้นฐานด้านบริบท (contextual base) และ 5) พื้นฐานด้านการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (creative thinking and creative expression of science) จากนั้นทำการบันทึกในแบบบันทึกการตรวจสอบและวิเคราะห์เอกสาร

3) ศึกษาสภาพบริบท เกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบสำรวจบริบทการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนในรายวิชาการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ เน้นการสอนแบบบรรยาย มีการจัดการเรียนแบบแยกปฏิบัติตามกรอบที่หลักสูตรกำหนด การเรียนการสอนมีการสอดแทรกการคิดสร้างสรรค์แต่ไม่ครบทุกมิติตามกรอบของ Guilford (1967) และยังขาดการสอดแทรกแนวทางการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4) สังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ โดยอาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและการศึกษาสภาพบริบทเกี่ยวกับการเรียนการสอน จากนั้นทำการบันทึกในแบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ

5) นำกรอบแนวคิดการออกแบบโมเดลเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความตรงของหลักการทฤษฎี แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงกรอบแนวคิดให้มีความสอดคล้องกับหลักการทฤษฎีและสภาพบริบทมากขึ้น จากนั้นเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงหลักการทฤษฎีขององค์ประกอบทั้งหมดของโมเดลฯ พบว่า ควรปรับกรอบการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ให้แยกองค์ประกอบกันให้ชัดเจน ไม่รวมกันเป็นองค์ประกอบเดียว เพื่อให้การส่งเสริมในแต่ละกรอบมีประสิทธิภาพ จากนั้นปรับปรุงแก้ไข ซึ่งกรอบแนวคิดการออกแบบที่สอดคล้องกับหลักการทฤษฎีและสภาพบริบท ประกอบไปด้วย 1) การกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญา (stimulating the creation of intellectual) 2) การสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา (supporting intellectual balance) 3) การส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญา (supporting intellectual expanding) 4) การส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (promoting creativity) 5) การส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (promoting creative expression of science) และ 6) การสนับสนุนและช่วยเหลือการสร้างความรู้ (promoting and helping to balance intellectual)

6) ทำการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยพื้นฐานจากกรอบแนวคิดในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ได้องค์ประกอบทั้งหมด 8 องค์ประกอบ คือ (1) สถานการณ์ปัญหา (2) แหล่งการเรียนรู้ (3) เครื่องมือทางปัญญา (4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (6) ศูนย์ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (7) ศูนย์ช่วยเหลือ และ (8) ศูนย์ให้คำแนะนำ จากนั้นทำการบันทึกในแบบบันทึกการออกแบบและพัฒนาโมเดลฯ

7) นำโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลฯ ด้านการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่า การออกแบบสถานการณ์ปัญหายังกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยได้เล็กน้อย มีการขึ้นคำตอบมากเกินไป รวมถึงศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ยังส่งเสริมได้ไม่ครอบคลุมทั้ง 4 มิติตามกรอบของ Guilford (1967) และ ศูนย์ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังเชื่อมโยงกับบริบทเนื้อหาการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ไม่ชัดเจน ด้านสื่อ พบว่า ควรปรับปรุงเครื่องนำทาง (Navigator) ให้มีความคงที่ ปรับปรุงภาพกราฟิกให้สอดคล้องกับ

เนื้อหาและเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนมากขึ้น เพิ่มภาพ เสียงและวิดีโอที่ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนในแหล่งการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

8) นำโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้าน บันทึกผลการประเมินเฉพาะแต่ละด้านลงในแบบประเมิน ซึ่งใช้แบบประเมินที่ออกแบบตามหลักการทฤษฎีและผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง ความตรงของเนื้อหา ความสอดคล้องของประเด็นการประเมินกับกรอบแนวคิดในการออกแบบและความเหมาะสมในการใช้ภาษาและการสื่อความหมายจากผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้รับมาปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ด้านเนื้อหาพบว่า ควรเพิ่มเติมเนื้อหาในแหล่งการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ในทุกหัวข้อให้มากขึ้น เพิ่มการยกตัวอย่างที่เป็นรูปภาพและวิดีโอเพื่อให้กระตุ้นความน่าสนใจของเนื้อหา ด้านการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้พบว่า ควรลดความซับซ้อนของภารกิจในศูนย์ส่งเสริม ออกแบบภารกิจที่ง่ายและสอดคล้องกับเนื้อหาที่ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้ตรงตามกรอบมากขึ้น ด้านสื่อพบว่า ควรปรับปรุงระบบสัญลักษณ์ของสื่อให้โดดเด่นมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนใช้งานได้สะดวกและรวดเร็ว จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าด้วยพื้นฐานทฤษฎี (ID theory) โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการบรรยายเชิงวิเคราะห์และสรุปตีความจากข้อมูลเกี่ยวกับหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การวิจัยเอกสาร และจากวิเคราะห์เอกสารจากข้อมูลจากการบันทึกในแบบบันทึกการตรวจสอบเอกสาร

2) สภาพบริบทเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการบรรยายเชิงวิเคราะห์และสรุปตีความจากข้อมูลของการทำแบบสำรวจความคิดเห็นสำหรับผู้เรียนเกี่ยวกับสภาพบริบทการจัดการเรียนรู้

3) กรอบแนวคิดการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการบรรยายเชิงวิเคราะห์และสรุปตีความจากข้อมูลเกี่ยวกับการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีข้อมูลจากการบันทึกในแบบบันทึกการสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการออกแบบและสภาพบริบทเกี่ยวกับการเรียนการสอน

4) การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการบรรยายเชิงวิเคราะห์และสรุปตีความจากข้อมูลในการบันทึกในแบบบันทึกการออกแบบและพัฒนาโมเดลฯ

5) คุณลักษณะของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาโมเดลฯ ซึ่ง ได้แก่ ผู้ออกแบบ ผู้พัฒนา ผู้เรียนและผู้สอน ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปตีความจากข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสำรวจคุณลักษณะของผู้ออกแบบ ผู้พัฒนา ผู้เรียนและผู้สอน

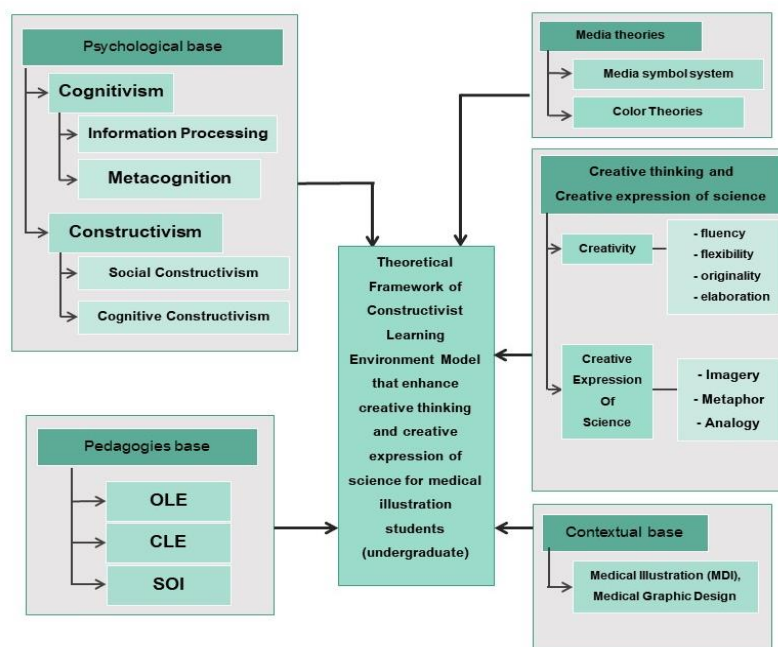
6) การประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการสรุปตีความจากข้อมูลที่ได้จากการประเมินโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้าน สื่อ และด้านการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

การศึกษาการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (*creative thinking*) และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (*creative expression of science*) สำหรับการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ในการศึกษาครั้งนี้จะนำเสนอผลของกระบวนการออกแบบและพัฒนา และการประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ตามลำดับดังนี้

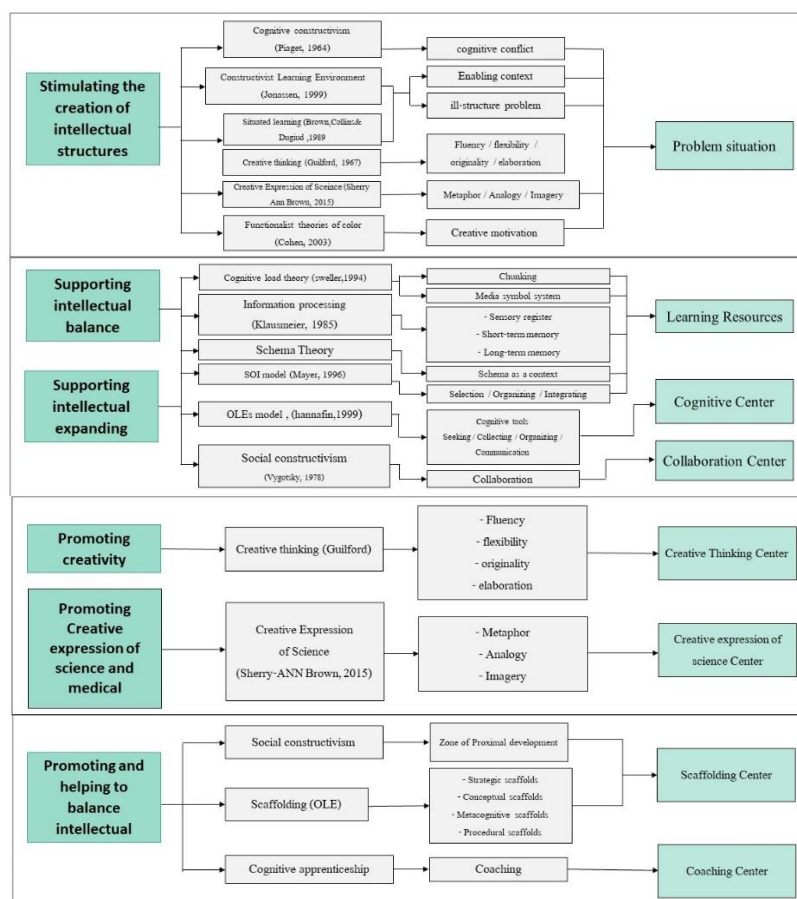
1. ผลการศึกษากกระบวนการออกแบบ พบว่า ผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของโมเดลฯ โดยการทบทวนวรรณกรรม (literature review) และการศึกษาสภาพบริบทการจัดการเรียนรู้ในสาขาเวชภัณฑ์ รายวิชาการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์นั้น ประกอบไปด้วยพื้นฐานเชิงทฤษฎีที่สำคัญ 5 ด้าน ได้แก่ 1) พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ (psychological base) 2) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน (pedagogies base) 3) พื้นฐานด้านทฤษฎีสื่อและเทคโนโลยี (media and technologies base) 4) พื้นฐานด้านบริบท (contextual base) และ 5) พื้นฐานด้านการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (*creative thinking and creative expression of science*) ซึ่งได้กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical Framework) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1. แสดงกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (theoretical framework)

ผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯ จากการนำหลักการทฤษฎีมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบ ประกอบไปด้วย 1) การกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญา (stimulating the creation of intellectual) โดยนำพื้นฐานแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (cognitive constructivism) ของ (Piaget, 1964) ที่เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนได้รับการกระตุ้นด้วยปัญหา (problem) ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่สภาวะสมดุล (equilibrium) 2) การสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา (supporting intellectual balance) โดยสนับสนุนให้ผู้เรียนปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่สภาวะสมดุล จากการสืบเสาะ ค้นหาสารสนเทศจากแหล่งสารสนเทศ หรือ แหล่งการเรียนรู้ ซึ่งอาศัยพื้นฐานของทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ (information processing theory) (Klausmeier, 1985) 3) การส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญา (supporting intellectual

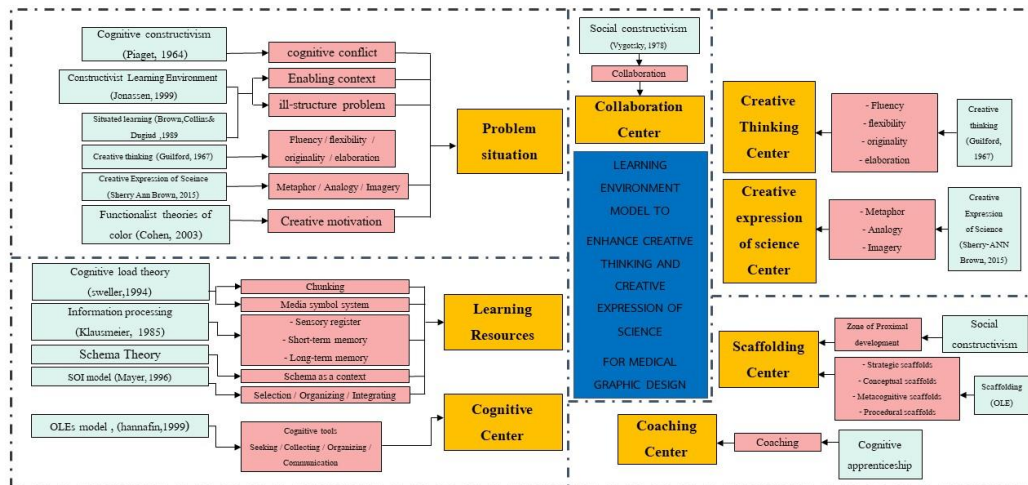
expanding) ซึ่งนำพื้นฐานหลักการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (social constructivism) ช่วยให้ผู้เรียนแบ่งปันประสบการณ์มุมมองที่หลากหลาย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาของผู้เรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากทั้งเพื่อนในชั้นเรียน ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญตลอดการเรียนรู้ทั้งในเวลาและนอกเวลาเรียน เพื่อส่งเสริมและขยายมุมมอง (multiple perspectives) 4) การส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (promoting creativity) ตามหลักการของ Guilford (1967) ทั้ง 4 มิติ ได้แก่ การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และการคิดละเอียดลออ 5) การส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (promoting Creative expression of science) ซึ่งใช้พื้นฐานตามหลักการของ Brown (2015) ทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่ การเปรียบเทียบ การจินตภาพ และ 6) การสนับสนุนและช่วยเหลือการสร้างความรู้ (promoting and helping to balance intellectual) โดยนำพื้นฐานแนวคิด zone of proximal development ของหลักการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (social constructivism) พร้อมทั้งนำหลักการโมเดลการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบเปิด (Open Learning Environments: OLEs) ของ Hannafin et al. (1999) เกี่ยวกับศูนย์ช่วยเหลือ (scaffolding) ซึ่งได้กรอบแนวคิดการออกแบบ (designing framework) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงกรอบแนวคิดการออกแบบ (designing framework)

จากนั้นนำทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติ โดยออกแบบได้เป็นองค์ประกอบของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด 8 องค์ประกอบคือ (1) สถานการณ์ปัญหา (2) แหล่งการเรียนรู้ (3) เครื่องมือทางปัญญา (4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (6) ศูนย์

ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (7) ศูนย์ช่วยเหลือ และ (8) ศูนย์ให้คำแนะนำ ดังรายละเอียดในการออกแบบและพัฒนาแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงองค์ประกอบของโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

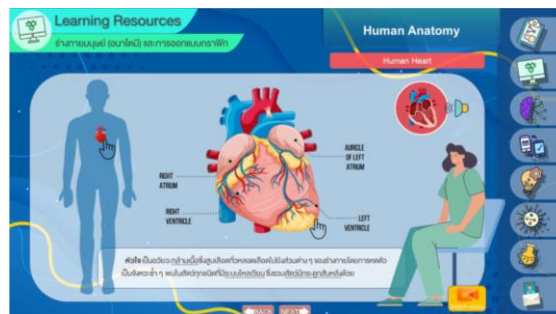
2.1) สถานการณ์ปัญหา เป็นองค์ประกอบที่จะนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ด้วยการกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญา ออกแบบโดยนำเนื้อหาสาระสำคัญ (concept) เรื่อง การออกแบบกราฟิกทางการแพทย์มาสร้างเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์สาระสำคัญของเนื้อหา จากนั้นให้ผู้เรียนนำเสนอความคิดรวบยอดของแต่ละหัวข้อ ที่ประกอบด้วยลักษณะร่วม บวกกับลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆ แล้วให้ผู้เรียนนำความคิดรวบยอดหลัก (key concept) ดังกล่าวมาผูกเป็นเรื่องราวที่เป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาตามสภาพจริง และให้ผู้เรียนผูกปมปัญหา ผู้เรียนต้องลงไปแก้ปัญหา ซึ่งเป็นปัญหาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วมอบหมายภารกิจการเรียนรู้ให้ปฏิบัติการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยออกแบบสถานการณ์ปัญหาตามสาระสำคัญของรายวิชา โดยแบ่งออกเป็น 4 สถานการณ์ปัญหาคือ (1) กราฟิกทางการแพทย์คืออะไร (2) องค์ประกอบของกราฟิกทางการแพทย์มีอะไรบ้าง (3) ขั้นตอนการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์อย่างไร และ (4) ร่างกายมนุษย์กับการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์



ภาพที่ 4. ตัวอย่างการออกแบบหน้าหลักของสถานการณ์ปัญหา

2.2) แหล่งการเรียนรู้ เป็นแหล่งรวบรวมเนื้อหา ข้อมูล และสารสนเทศที่ผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญ ออกแบบโดยการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจและนำมาแก้ปัญหา และนำทฤษฎีสู่การปฏิบัติโดยออกแบบให้อยู่ในรูป สกีม และนำหลักการของ

ทฤษฎีประมวลสารสนเทศมาออกแบบร่วมกับโมเดล SOI เพื่อส่งเสริมการประมวลสารสนเทศของผู้เรียน โดยออกแบบสารสนเทศให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ โดยการใช้ภาพ หัวข้อ ตัวหนา การขีดเส้น จุด ลูกศร ไอคอน การขีดเส้นใต้ การเน้นสี ภาพ เช่น ภาพหัวใจที่สวยงามสอดคล้องกับเนื้อหา ไอคอนที่สอดคล้องกับหัวข้อการทำงานของหัวใจ ตัวหนังสือที่เปลี่ยนขนาด เมื่อเคลื่อนไหวไปมา เป็นต้น นอกจากนี้ ได้นำหลักการคอนทิฟโฟลด์ด้วยวิธีการจัดกลุ่มข้อมูล (chunking) เช่น กลุ่มข้อมูลของหลอดเลือดดำ และ กลุ่มข้อมูลของหลอดเลือดแดง แทนที่การให้ข้อมูลแบบแยกแต่ละหลอดเลือด เพื่อลดข้อจำกัดของความจำขณะทำงานของ (working memory) และเหมาะสมกับกระบวนการทางพุทธิปัญญา (cognitive process) ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดของสารสนเทศนั้นๆ



ภาพที่ 5. ตัวอย่างการออกแบบแหล่งการเรียนรู้

2.3) ศูนย์เครื่องมือทางปัญญา เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นตัวกลางในการขยายการคิด ออกแบบโดยอาศัยพื้นฐานมาจาก Hannafin (1999) ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ 1) เครื่องมือกระบวนการ (processing tool) ประกอบด้วย เครื่องมือการค้นหา (seeking tool) เพื่อช่วยสนับสนุนการสืบเสาะ การค้นหาสารสนเทศ เช่น โปรแกรมที่ใช้สำหรับค้นหาข้อมูล เช่น Google 2) เครื่องมือสำหรับการจัดหมวดหมู่ (organization Tool) เก็บรวบรวมข้อมูล และผังเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อช่วยสร้างความคิดรวบยอดและช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง เช่น โปรแกรมทำแผนที่ความคิด หรือ Mind Map 3) เครื่องมือรวบรวมสารสนเทศ (collecting tool) ช่วยให้ผู้เรียนเก็บสะสมในสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ เช่น ภาพกราฟิก ข้อความแบบต่างๆ เว็บไซต์ที่ผู้เรียนสนใจ เช่น Google Dive 4) เครื่องมือสื่อสาร (communication tool) สามารถติดต่อ สนทนา แลกเปลี่ยนแนวคิด แบ่งปันความรู้ แก้ปัญหาร่วมกัน ระหว่างผู้เรียน ผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ ซึ่งจะได้มุมมองที่หลากหลาย แนวคิดที่แปลกใหม่ เช่น Slack



ภาพที่ 6. ตัวอย่างการออกแบบศูนย์เครื่องมือทางปัญญา

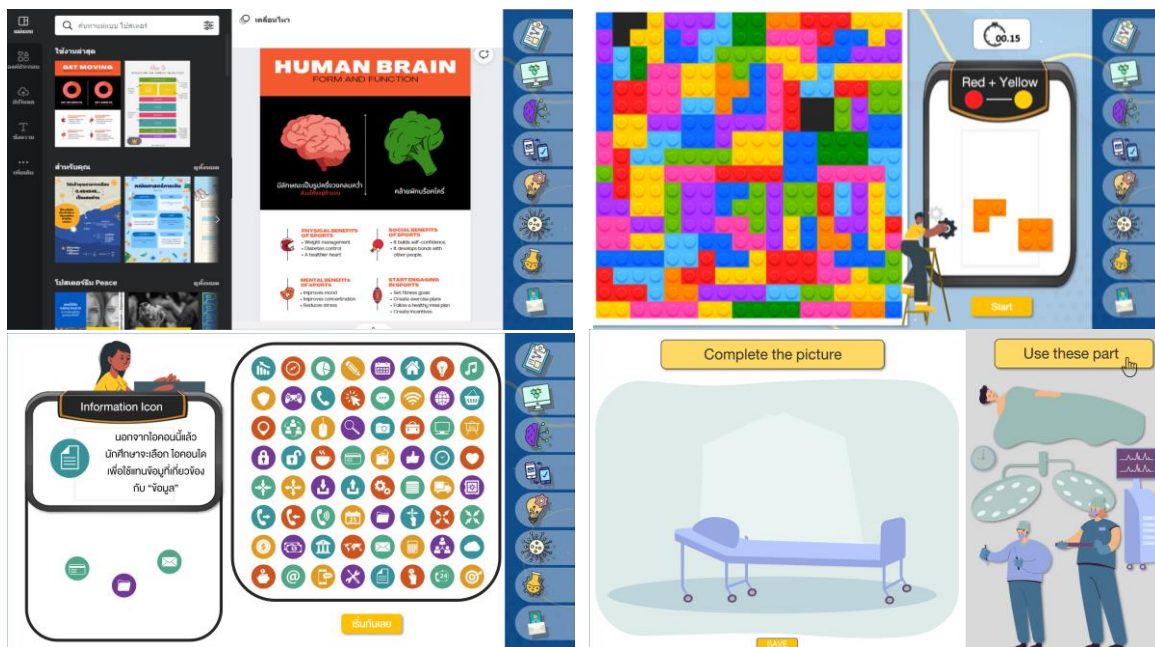
2.4) ศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นศูนย์ที่ช่วยในการส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญา มีพื้นฐานมาจาก Social constructivism (Vygotsky, 1978) เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ภาษาและวัฒนธรรม ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น เพื่อเป็นการขยายความคิดและทำให้เกิดมุมมองที่หลากหลาย โดยจัดเตรียมการติดต่อสื่อสาร

ระหว่างผู้เรียน ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญ ผ่าน Facebook กลุ่ม โดยผู้เรียนสามารถโพสต์คำถามที่เกิดข้อสงสัย ทุกคนในกลุ่มสามารถแชร์ความรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้ตลอดเวลา ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำแนวคิดมาปรับใช้ในการสร้างความรู้ ช่วยในการแก้ปัญหาในบริบทที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากข้อมูลและมุมมองของผู้เรียนที่หลากหลายเกี่ยวกับการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ ยังช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้เกิด การคิดอย่างคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดสิ่งใหม่ การคิดอย่างละเอียดลออ ซึ่งเป็นมิติของการคิดสร้างสรรค์ตามกรอบของ Guilford (1967) รวมถึง ยังกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงสิ่งใหม่เข้ากับความรู้เดิมแล้วเกิดการสื่อสารด้วยภาพหรือถ้อยคำ ด้วยการเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบ และการจินตภาพ ซึ่งเป็นมิติของการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Brown (2015) อีกด้วย



ภาพที่ 7. ตัวอย่างการออกแบบศูนย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้

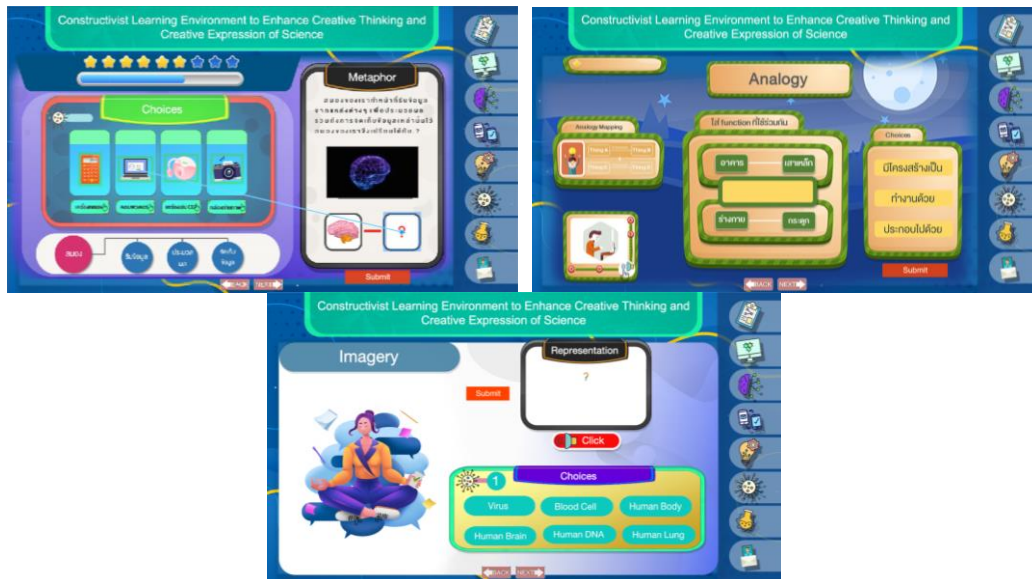
2.5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ เป็นศูนย์ที่ช่วยในการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ออกแบบโดยอาศัยพื้นฐานมาจากการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford (1967) ประกอบด้วยความคิด 4 มิติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1) คิดริเริ่ม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เหมือนใคร หรือสร้างสิ่งใหม่ แล้วนำทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนทำการออกแบบโปสเตอร์ในหัวข้อที่กำหนด โดยออกแบบและพัฒนาตามแนวคิดของตนเองด้วยโปรแกรม Canva ให้มีความน่าสนใจ ไม่ซ้ำใครและสามารถสื่อสารข้อมูลทางการแพทย์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ตัวอย่างเช่น ออกแบบโปสเตอร์เพื่อนำเสนอข้อมูลลักษณะรูปลักษณ์ของสมองมนุษย์ เป็นต้น 2) คิดคล่อง ได้กำหนดภารกิจให้ผู้เรียน มีการสร้างแนวคิดเพื่อหาคำตอบ หรือหาทางเลือกที่หลากหลาย ได้ อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและมีปริมาณมากในเวลาที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนคิดอย่างรวดเร็วจากที่โจทย์กำหนด แล้วนำบล็อกที่มีสีที่ตรงกับคำตอบมาใส่ไว้ในกล่อง ภายในเวลา 15 วินาที เช่น (1) สีแดง ผสมกับ สีเหลือง ได้เป็นสีใด (2) สีคู่ตรงข้ามของสีเขียว คือสีใด (3) โทนสีเย็นคือสีใด เป็นต้น 3) คิดยืดหยุ่น ได้กำหนดภารกิจที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างรวดเร็วและสามารถหาสิ่งอื่นมาทดแทนได้อย่างหลากหลายลักษณะที่แตกต่างกัน โดยออกแบบสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียนคิดอย่างรวดเร็วเพื่อเลือกใช้ไอคอนใหม่ที่สามารถใช้ทดแทนไอคอนเดิมได้โดยที่ยังสามารถสื่อความหมายเหมือนเดิม เช่น (1) นอกจากไอคอนที่กำหนดนี้แล้ว นักศึกษาจะเลือก ไอคอนใดเพื่อใช้แทนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ “ข้อมูล” (2) นอกจากไอคอนที่กำหนดนี้แล้ว นักศึกษาจะเลือก ไอคอนใดเพื่อใช้แทน ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ “การรักษา” เป็นต้น 4) คิดละเอียดลออ ได้กำหนดภารกิจที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดเพิ่มเติม มีรายละเอียด หรือขยายความคิดหลักให้ได้ความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยออกแบบให้ผู้เรียนเพิ่มเติมภาพตามหัวข้อที่กำหนดให้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสามารถขยายขอบเขตข้อมูลที่ต้องการจะสื่อสารได้มากขึ้น



ภาพที่ 8. ตัวอย่างการออกแบบศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

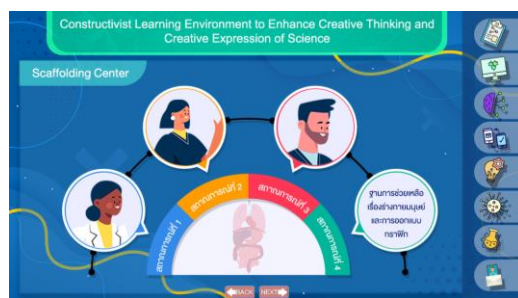
2.6) ศูนย์ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นศูนย์ที่ช่วยในการส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดในการสื่อสารข้อมูลที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายมากขึ้น ได้น่าพื้นฐานตามหลักการของ Brown (2015) ทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่ 1) การเปรียบเทียบ (metaphor) เป็นการนำสิ่งต่าง ๆ 2 สิ่ง ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน มาเปรียบเทียบหรืออุปมาอุปไมย ซึ่งอาศัยการนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงในการหาคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กัน หรือ โกล่เคียงกันของทั้ง 2 สิ่ง ทั้งในเชิง ลักษณะรูปร่าง (appearance) หรือ หลักการทำงาน (function) เพื่อสร้างวิธีการสื่อสารใหม่ ที่ทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ ผู้วิจัยได้นำหลักการทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติ โดยออกแบบเป็นการนำเสนอภาพและข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น ดวงตา แล้วให้ผู้เรียนอุปมาอุปไมยกับตัวเลือกที่มีความสัมพันธ์กันในมิติของ หลักการทำงาน หรือ ลักษณะรูปร่าง เช่น เลนส์กล้อง ที่ผู้เรียนนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับกล้องถ่ายภาพที่เคยใช้ ทำให้รู้คุณลักษณะต่าง ๆ ของเลนส์กล้อง ซึ่งเมื่อนำมาเชื่อมโยงกับข้อมูลใหม่คือ ดวงตาที่กำหนด พบว่าดวงตาทำหน้าที่รับภาพจากภายนอกแล้วส่งไปประมวลผลยังสมอง เช่นเดียวกันกับเลนส์กล้องที่ทำหน้าที่รับภาพจากภายนอกและส่งไปประมวลผลยังเซ็นเซอร์รับภาพ โดยผู้เรียนได้นำมาอุปมาอุปไมยระหว่างดวงตากับเลนส์กล้อง ทำให้ได้การเปรียบเทียบคือ “ดวงตาเปรียบเสมือนกับเลนส์กล้อง” 2) การเปรียบเทียบ (analogy) เป็นการเทียบเคียงโดยอาศัยการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมระหว่างสิ่งของ 2 คู่ในเชิงความสัมพันธ์ที่อาศัยพื้นฐานตรรกะหรือหลักการเดียวกัน เพื่อให้เห็นถึงเหตุผลและความสัมพันธ์ของการเทียบเคียง โดยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคำ 2 คู่ ผู้วิจัยได้นำหลักการทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติ โดยออกแบบเป็นการเปรียบเทียบคู่คำ เช่น อาคารกับเสาเหล็ก เปรียบเทียบได้กับ ร่างกายกับโครงกระดูก ซึ่งทั้ง 2 คู่คำมีความสัมพันธ์ที่อาศัยพื้นฐานตรรกะหรือหลักการเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมคือ เคยเห็นการก่อสร้างรอบ ๆ มหาวิทยาลัยว่ามีการใช้เสาเหล็กเป็นโครงสร้างเพื่อรับน้ำหนักและการทรงตัวของอาคาร นอกจากนี้ เคยเรียนวิชา มหกายวิภาคศาสตร์ (Gross Anatomy) ทำให้ทราบหน้าที่ของโครงกระดูกที่ช่วยในการพยุงและรับน้ำหนักทั้งหมดของร่างกาย ดังนั้นทั้ง 2 คู่คำจึงมีความสัมพันธ์ที่อาศัยหลักการเดียวกันคือการมีสิ่งที่เป็นโครงสร้างภายในเพื่อรับน้ำหนักและทรงตัว และ 3) การจินตภาพ (imagery) เป็นการสร้างภาพภายในสมอง (representation) ที่เกิดจากการอ่าน การมองเห็น การฟัง แล้วนำมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือความรู้เดิม และสร้างเป็นสิ่งที่แทนในสมองซึ่งอาจเป็นภาพหรือเหตุการณ์ ผู้วิจัยได้นำหลักการทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติ โดยออกแบบการนำเสนอข้อมูลให้ผู้เรียนอ่านและฟัง เช่น ข้อความและเสียงบรรยายที่กล่าวว่า “เป็นสิ่งที่มีความละเอียดมาก หากมอง

ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จะเห็นว่ามีลักษณะเป็นทรงกลม มีแขนยื่นออกมารอบตัว คล้ายผลเงาที่เป็นทรงกลมและมีแขนยื่นออกมารอบ ๆ ตัวเอง” เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตีประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับลักษณะของเงา มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมอีกหนึ่งอย่างจากตัวเลือกที่ให้มา คือ ไวรัส ที่มองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แล้วมาสร้างเป็นจินตภาพหรือภาพในสมองออกมาได้เป็น ภาพไวรัสทรงกลมที่มีแขนรอบตัว



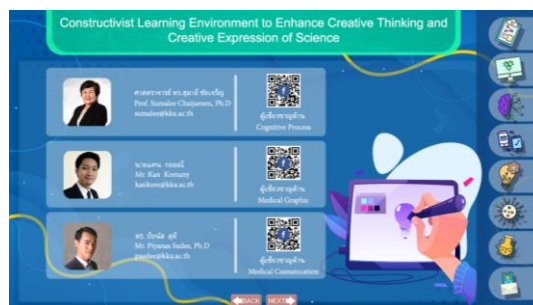
ภาพที่ 9. ตัวอย่างการออกแบบศูนย์ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
การเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบ การจินตภาพ ตามลำดับ

2.7) ศูนย์การช่วยเหลือ เป็นศูนย์ที่ช่วยเหลือผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือปฏิบัติการกิจให้สำเร็จได้ด้วยตนเอง มีพื้นฐานมาจาก Social constructivism (Vygotsky, 1978) มีหลักการว่า หากผู้เรียนอยู่ต่ำกว่า Zone of proximal development จำเป็นจะต้องได้รับการช่วยเหลือที่เรียกว่า Scaffolding ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบฐานการช่วยเหลือ โดยแบ่งออกเป็น 4 ฐาน ตามหลักการ Scaffolding ของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเปิด Open learning environments (Hannafin, 1999) ประกอบไปด้วย (1) ฐานการช่วยเหลือด้านความคิดรวบยอด (conceptual scaffolding) ออกแบบโดยแสดงความสัมพันธ์ของสารสนเทศของแต่ละหัวข้อโดยใช้แผนผัง (2) ฐานการช่วยเหลือด้านการรู้คิด (metacognitive scaffolding) เป็นฐานการช่วยเหลือที่แนะนำวิธีการคิดในระหว่างปฏิบัติการกิจการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้กำกับการคิดของตนเองในขณะปฏิบัติการกิจการเรียนรู้ โดยออกแบบให้มีข้อความโดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์การกิจที่ต้องการให้ปฏิบัติคืออะไร ผู้เรียนมีความรู้เรื่องนั้นพอหรือไม่ ต้องค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งใด และผู้เรียนลองพิจารณาหาแนวทางและกลยุทธ์ในการปฏิบัติการกิจนั้นอย่างไรและประเมินผลตรวจสอบแนวทางและกลยุทธ์ให้ประสบความสำเร็จ (3) ฐานการช่วยเหลือด้านกระบวนการ (procedural scaffolding) เป็นฐานการช่วยเหลือที่แนะนำองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ออกแบบโดยให้มีการอธิบายความหมายองค์ประกอบที่จัดไว้ภายในสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ และ (4) ฐานการช่วยเหลือด้านกลยุทธ์ (strategic scaffolding) เป็นฐานการช่วยเหลือที่แนะนำ วิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ออกแบบโดยให้มีข้อความเพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาประเด็นปัญหาว่าคืออะไร และพิจารณาหาคำสำคัญของปัญหาและนำไปเชื่อมโยงกับคำสำคัญในแหล่งการเรียนรู้ที่จะใช้แก้ปัญหาจากนั้นลงมือแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหาและสืบค้นสารสนเทศจากแหล่งการเรียนรู้



ภาพที่ 10. ตัวอย่างการออกแบบหน้าหลักของศูนย์การช่วยเหลือ

2.8) ศูนย์ให้คำแนะนำ เป็นศูนย์สนับสนุนการสร้างความรู้ของผู้เรียน ด้วยการบอกใบ้ (hint) การแนะนำ รวมถึงการปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนให้กับผู้เรียน มีพื้นฐานจากหลักการทฤษฎี Cognitive apprenticeship (Collins, Brown, 1989) ที่มุ่งเน้นการโค้ช ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติในสถานการณ์ใกล้เคียงกับสภาพจริง มีผู้เชี่ยวชาญหรือผู้สอนคอยชี้แนะและเสริมต่อการเรียน จนผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจนเกิดความชำนาญ ออกแบบโดยให้ผู้สอนทำหน้าที่เป็นโค้ชทั้งในห้องเรียนและการโค้ชแบบออนไลน์ผ่าน Facebook หรือ E-mail และผู้เชี่ยวชาญสามารถโค้ชแบบออนไลน์ในรูปแบบ video call เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญชี้แนะหรือปฏิบัติเป็นตัวอย่างได้จากสภาพจริง



ภาพที่ 11. ตัวอย่างการออกแบบหน้าหลักของศูนย์ให้คำแนะนำ

2. การประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ด้าน คือ (1) ด้านเนื้อหา มีความถูกต้องและเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน มีความชัดเจนครอบคลุมและเอื้อต่อการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของผู้เรียน เป็นลำดับขั้นที่สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ภาษาที่ใช้เข้าใจได้ง่าย เนื้อหามีความทันสมัยสามารถนำมาใช้กับชีวิตประจำวันได้ ภาพมีความสอดคล้องกับเนื้อหา เนื้อหาในแหล่งการเรียนรู้เพียงพอสำหรับการสร้างความรู้และสามารถนำมาใช้ในการเรียนได้ (2) ด้านการออกแบบสื่อ มีการออกแบบเครื่องนำทางมีโครงสร้างที่มีความคงที่ การออกแบบองค์ประกอบทางศิลปะ มีความเหมาะสม สะดุดตาน่าสนใจ มีจุดดึงดูดความสนใจ ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การใช้สี มีความเหมาะสม กลมกลืน ดึงดูดความสนใจ ภาพเคลื่อนไหวช่วยดึงดูดความสนใจและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ มีการออกแบบสารสนเทศให้มีลักษณะคงที่ให้ผู้เรียนมีเวลาเพียงพอในการอ่านสารสนเทศและเชื่อมโยงกับความรู้เดิม (3) ด้านการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มีการออกแบบสถานการณ์ปัญหา (problem situation) ที่ชักนำให้เข้าสู่บริบทการเรียนรู้และกระตุ้นให้เกิดความสงสัยได้ดี สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ การกักการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการไตร่ตรองต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการของเหตุผล ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างกระตือรือร้น จากการได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการออกแบบแหล่งการเรียนรู้ (learning resource) มีการออกแบบช่วยสนับสนุนข้อมูลให้ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ มีการจัดกลุ่มข้อมูลอย่างเหมาะสมที่สามารถลดคognitive load ของผู้เรียนได้ มีการใช้กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ประกอบกับเนื้อหา เน้นสารสนเทศที่

สำคัญ เช่น การใช้สี การใช้ขนาดตัวอักษรตัวใหญ่การใช้ขนาดตัวอักษรแบบหนา เอียง การขีดเส้นใต้ ทำให้เกิดความสนใจ และง่ายต่อความเข้าใจ ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถค้นหาสารสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ อย่างหลากหลาย มีการออกแบบศูนย์ช่วยเหลือ (scaffolding center) ที่ช่วยทำให้เกิดความคิดรวบยอด แนะนำวิธีการใช้แหล่งทรัพยากรได้ดี มีการออกแบบศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking center) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดสร้างสรรค์ตามกรอบของ Guilford (1967) ทั้ง 4 มิติ ได้แก่ 1) การคิดริเริ่ม ซึ่งให้ผู้เรียนออกแบบและพัฒนาโปสเตอร์ที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำใครในหัวข้อที่กำหนด 2) การคิดคล่อง ออกแบบให้ผู้เรียนคิดอย่างรวดเร็วโดยการระบุข้อดีต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับโจทย์ที่กำหนดภายในเวลาจำกัด 3) การคิดยืดหยุ่น การออกแบบให้ผู้เรียนคิดอย่างรวดเร็วเพื่อเลือกใช้ไอคอนใหม่ที่สามารถใช้ทดแทนไอคอนเดิมได้ โดยที่ยังสามารถสื่อความหมายเหมือนเดิม 4) การคิดละเอียดลออ การออกแบบให้ผู้เรียนเพิ่มเติมภาพตามหัวข้อที่กำหนดให้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสามารถขยายขอบเขตข้อมูลที่ต้องการจะสื่อสารได้มากขึ้น มีการออกแบบศูนย์ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (creative expression of science center) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Brown (2015) ได้ทั้ง 3 มิติ ได้แก่ 1) การเปรียบเทียบ ออกแบบให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับสิ่งใหม่แล้วอุปมาอุปไมยกับตัวเลือกที่มีความสัมพันธ์กันในมิติของ หลักการทำงาน หรือ ลักษณะรูปร่าง 2) การเปรียบเทียบ ออกแบบให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับสิ่งใหม่แล้วเปรียบเทียบสิ่งของ 2 คู่ที่มีความสัมพันธ์ที่อาศัยพื้นฐานตรรกะหรือหลักการเดียวกัน 3) การจินตภาพ ออกแบบให้ผู้เรียนอ่าน รูปภาพ และฟังข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนดึงความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับสิ่งใหม่แล้วสร้างสิ่งแทนในสมองขึ้นมา มีการออกแบบศูนย์เครื่องมือทางปัญญา (cognitive tools center) ที่ช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดภายในสมองของผู้เรียนได้ดีโดยการให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือการค้นหา เครื่องมือสำหรับการจัดหมวดหมู่ เครื่องมือรวบรวมสารสนเทศ และเครื่องมือสื่อสาร มีการออกแบบศูนย์แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (collaboration center) ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้และการทำงานแบบเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหาาร่วมกัน สร้างแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาโดยการค้นหาคำตอบหลายแนวทางที่เป็นไปได้จากมุมมองที่หลากหลายได้ นอกจากนั้น ยังช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ตามกรอบของ Guilford (1967) รวมถึงการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Brown (2015) อีกด้วย และมีการออกแบบศูนย์ให้คำแนะนำ (coaching center) ที่สามารถให้คำแนะนำสำหรับผู้เรียนได้ เหมาะสมต่อการให้คำปรึกษาและให้คำชี้แนะกับผู้เรียน และการประเมินด้านบริบทการใช้พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มมีความเหมาะสมมากกว่าแบบแยกรายบุคคล โดยจำนวนผู้เรียน 3 คนต่อกลุ่ม มีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งจากผลการประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯ โดยภาพรวม มีความเหมาะสม สอดคล้องกับหลักการทฤษฎีที่นำมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนาโมเดลฯ ที่ช่วยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยคือ การวิจัยโมเดล (model research) ในกระบวนการระยะที่ 1 การพัฒนาโมเดล (model development) ซึ่งมีกระบวนการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบ นำมาพัฒนาเป็นโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มี 8 องค์ประกอบ คือ (1) สถานการณ์ปัญหา (2) แหล่งเรียนรู้ (3) เครื่องมือทางปัญญา (4) ศูนย์แลกเปลี่ยน (5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (6) ศูนย์ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (7) ศูนย์ช่วยเหลือ และ (8) ศูนย์ให้คำแนะนำ โดยการศึกษาในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Chaijaroen, S., Kanjug, I., Samat, C. (2019) ที่ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจากงานวิจัยที่กล่าวมา มีความแตกต่างจากงานวิจัยในครั้งนี้ที่ไม่ใช่แต่เพียงส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ซึ่งเป็น

ความสามารถในการคิดและตอบสนองสิ่งเร้าได้หลากหลายแง่มุมใน 4 มิติ ประกอบไปด้วย (1) การคิดคล่อง (fluency) (2) การคิดยืดหยุ่น (flexibility) (3) การคิดริเริ่ม (originality) และ (4) การคิดละเอียดลออ (elaboration) อย่างเดียวเท่านั้น แต่มุ่งเน้นการส่งเสริมร่วมกับแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใน 3 มิติ ประกอบไปด้วย (1) การเปรียบเทียบ (metaphor) (2) การเปรียบเทียบ (analogy) และ (3) การจินตภาพ (imagery) ซึ่งสามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดเพื่อการสื่อสารข้อมูล การรับและถ่ายโอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และกระตุ้นความคิดในมุมมองต่าง ๆ ที่หลากหลายได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Aubusson, Harrison and Ritchie (Serious thought in science education, 2006) ที่พบว่า การส่งเสริมทักษะการเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบ และการจินตภาพในชั้นเรียน ส่งผลให้เกิดการยกระดับศักยภาพในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการคิดขั้นสูง และสามารถนำมาเป็นเครื่องมือใหม่สำหรับการตีความการวิจัยในการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการคิดสร้างสรรค์และแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนโดยเฉพาะในสายวิทยาศาสตร์สามารถยกระดับการศึกษาและเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การหาแนวทางการแก้ไขปัญหาในสภาพบริบทจริงที่มีความหลากหลาย การคิดเพื่อการสื่อสารข้อมูลที่ซับซ้อนทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดแนวคิดที่นำไปสู่นวัตกรรมได้ และการประเมินด้านบริบทการใช้พบว่า จำนวนผู้เรียน 3 คนต่อกลุ่ม มีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบสื่อ และด้านการออกแบบโมเดลฯ ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสม องค์ประกอบทางศิลปะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดี สถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยได้ ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบได้ดี สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ (Guilford, 1967) และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Brown, 2015) ได้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทฤษฎีที่นำมาเป็นพื้นฐานทฤษฎีในการออกแบบ ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มีการออกแบบที่อาศัยพื้นฐานทฤษฎีการออกแบบ (ID theory) ที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการสร้างความรู้ ร่วมกับหลักการทฤษฎีที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติ กระตุ้นและส่งเสริมผู้เรียนผ่านสถานการณ์ปัญหาและภารกิจที่สอดคล้องกับเนื้อหาการออกแบบกราฟิกทางการแพทย์ตามสภาพบริบทจริงของผู้เรียน (authentic situation) รวมถึงคุณลักษณะของผู้ออกแบบและผู้พัฒนามีคุณวุฒิกำลังศึกษาปริญญาเอกสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ปฏิบัติงานเป็นอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับกราฟิกและแอนิเมชันทางการแพทย์ มีประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบในสาขาการออกแบบการสอน และรวมถึงการที่ผู้ออกแบบ มีความเข้าใจในเนื้อหาที่ลึกซึ้งและมีความรู้เกี่ยวกับการนำหลักการทฤษฎีมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบ ซึ่งอาจส่งผลให้ได้โมเดลที่มีคุณภาพตามกรอบแนวคิดที่นำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนา

■ บทสรุปจากการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มีกระบวนการที่ได้จากการสังเคราะห์กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี ซึ่งประกอบไปด้วย 1) พื้นฐานด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ 2) พื้นฐานด้านศาสตร์การสอน 3) พื้นฐานด้านทฤษฎีสื่อและเทคโนโลยี 4) พื้นฐานด้านบริบท และ 5) พื้นฐานด้านการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นสังเคราะห์ได้เป็นกรอบแนวคิดการออกแบบฯ ประกอบไปด้วย 1) การกระตุ้นโครงสร้างทางปัญญา 2) การสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา 3) การส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญา 4) การส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 5) การส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 6) การสนับสนุนและช่วยเหลือการสร้างความรู้ แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ได้เป็น 8 องค์ประกอบ คือ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) แหล่งเรียนรู้ 3) เครื่องมือทางปัญญา 4) ศูนย์แลกเปลี่ยน 5) ศูนย์ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ 6) ศูนย์ส่งเสริมการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์ 7) ศูนย์ช่วยเหลือ และ 8) ศูนย์ให้คำแนะนำ ซึ่งจากการประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญการตรวจสอบคุณภาพทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อ และด้านการออกแบบโมเดลฯ มีความถูกต้องและเหมาะสม สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้รวมถึงสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ตามกรอบของ Guilford (1967) และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ Brown (2015) ได้ โดยการประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ นี้ ใช้แบบประเมินที่ออกแบบตามหลักการทฤษฎีและผ่านการตรวจสอบ ความถูกต้อง ความตรงของเนื้อหา ความสอดคล้องของประเด็นการประเมินกับกรอบแนวคิดในการออกแบบและความเหมาะสมในการใช้ ภาษาและการสื่อความหมายจากผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

■ ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1) การนำโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงความสอดคล้องกับสภาพบริบทของผู้เรียน สถานศึกษา เนื้อหาวิชาและคุณลักษณะของสื่อที่มีความเหมาะสม

1.2) สามารถนำข้อค้นพบเกี่ยวกับการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ไปใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

2) ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1) ควรศึกษาแนวทางและการนำเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง (metaverse) เพื่อพัฒนาการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ที่สามารถส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

2.2) ควรศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง ระบบสัญลักษณ์ของสื่อ (media symbol system) ว่ามีผลต่อกระบวนการกระตุ้นให้เกิดการคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

■ References

- จารุณี ชามาตย์. (2559). การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์รายวิชา หลักการพื้นฐานสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา สำหรับนักศึกษาคอมพิวเตอร์ศึกษา. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 10(3), 56-59.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2550). การพัฒนาโมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่าย ที่ส่งเสริมการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อิศรา ก้านจักร. (2552). การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมเมนทอลโมเดลแบบ ผู้เชี่ยวชาญ. *วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- Arntz, M., Gregory, T., Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. Paris: OECD.
- Aubusson, P.J., Harrison, A.G. and Ritchie, S.M. (2006). *Serious Thought in Science Education. Metaphor and Analogy in Science Education*.

- Bogard, T. Liu, M. and Chiang, Y.V. (2013). Thresholds of Knowledge Development in Complex Problem Solving: A Multiple-Case Study of Advanced Learners' cognitive Processes. *Education Tech Research Dev.*, 61, 465–503.
- Brown, S.A. (2015). Creative Expression of Science Through Poetry and Other Media can Enrich Medical and Science Education. *Frontiers in Neurology*, 6(2).
- Chaijaroen, S., Kanjug, I., Samat, C. (2019). Learner's Creative Thinking Learning with Constructivist Web-Based Learning Environment Model: Integration Between Pedagogy and Neuroscience. In: Rønningsbakk, L., Wu, TT., Sandnes, F., & Huang, YM. (eds). *Innovative Technologies and Learning. ICITL 2019. Lecture Notes in Computer Science, 11937. Springer, Cham.*
- Collins, A., Brown, J.S. and Newman et al. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Craft of Reading, Writing and Mathematics. In L.B. Resnick (Ed.). *Knowing, Learning and instruction: Essays in honor of Robert Glaser Hillsdale.* (pp.55-70). New Jersey: Erlbaum.
- Dillon, J.A. (2009). Play, Creativity, Emotion Regulation and Executive functioning. *Master of Arts Department of Psychology, Case Western Reserve University.*
- Fink, A. and Grabner, R.H. et al. (2010). Enhancing Creativity by Means of Cognitive Stimulation: Evidence from an fMRI study. *NeuroImage*, 52, 1687-1695.
- Fazelian, P. and Azimi, S. (2012). Creativity in Schools. *Social and Behavioral Sciences*, 82, 719 – 723.
- Gregory, E. et al. (2013). Building Creative Thinking in The Classroom: From Research to Practice. *International Journal of Educational Research*, 62, 43–50.
- Guilford, J.P. (1967). The Nature of Human Intelligence. *New York: McGraw-Hill.*
- Hannafin, M.J. (1995). Open-Ended Learning Environments: Foundations, Assumptions, And Implications for Automated Design. In R. Tennyson (Ed.). *Perspectives on Automating Instructional Design.* (pp.101-129). *New York: Springer-Verlag.*
- Hong, Y.Y. et al. (2000). Multicultural Minds: A Dynamic Constructivist Approach to Culture and Cognition. *American Psychologist*, 55, 709-720.
- Jonassen, D.H., and Tessmer, M. (1996). An Outcomes-Based Taxonomy for Instructional Systems Design. *Evaluation and Research.Training Research Journal*, 2, 11- 46.
- Jonassen, D.H. (1997). Instructional Design Model for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology. Research and Development*, 45(1), 65-95.
- Kuo, F.R., Chen, N.S., and Hwang, G.W. (2014). A Creative Thinking Approach to Enhancing the Web-Based Problem-Solving Performance of University Students. *Computers & Education*, 72 (2014), 220–230.
- Kozma, R. (1991). Learning with Media. *Review of Educational Research*, 61(2), 179-212.
- Mayer, R.E. (2001). *Multimedia learning.* New York: Cambridge University.
- Mayer, R.E. (1997). Multimedia Learning: Are We Asking the Right Questions. *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Neo, M. (2005). Web-enhanced Learning: Engaging Students in Constructivist Learning. *Campus-Wide Information Systems*, 22(1), 4 – 14.

- Puangtong, P. (2012). The Development of Web-Based Learning Environments Model to Enhance Cognitive Skills and Critical Thinking For Undergraduate Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 5900 – 5904.
- Richey, R.C. and Klein, J. (2007). Design and Developmental Research. New Jersey: Lawrence. Rotherham, A.J. and Willingham, D. (2009). 21st Century Skills: *The Challenges Ahead. Educational Leadership*, 67(1), 16–21.
- Sawyer, R.K., and Berson, S. (2004). Study group discourse: How external representations affect collaborative conversation. *Linguistics and Education*, 15(4), 387–412.
- Semraakyol. (2010). Effects of social constructivist Learning Environment Design on 5th Grade Learners' Learning. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 948–953
- Wang, S.K. and Reeve, T.C. (2006). The Effects of a Web-Based Learning Environment on Student Motivation in a High School Earth Science Course. *Educational Technology Research and Development*, 54(6), 597-621.
- Yong, E. (2019). *Colouring Your Mind – Red Improves Attention to Detail, Blue Boosts Creativity*. Vancouver: University of British Columbia.
- Zahidi, S., Ratcheva, V., Hingel, G., Brown, S. (2020). *World Economic Forum Research Report: The Future of Jobs Report 2020*. Switzerland: World Economic Forum.